...MMONWEALTH ...NTOMOLOGY LIBRARY
- 6 DEC 1954
...ERIAL Eu. 270
...EPARATE

Band 36, Heft 4 November 1954

# ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

Begründet von K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER
Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie an der Universität München

Mit 31 Abbildungen

1954
PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG

*Z. ang. Ent. Bd. 36* **Heft 4** *S. 369—479 Bln. 1954*

# Inhalt

## Originalaufsätze

Holozyklie und Anholozyklie bei der Grünen Pfirsichblattlaus, *Myzodes persicae* (Sulz.). Von Fritz P. Müller. Mit 3 Abbildungen . . . . . 369

Eine Maikäferbekämpfung in Steinfurth/Bad Nauheim zur Abwehr von Engerlingsschäden in wertvollen Rosenkulturen. Von Gerhard Weber. Mit 3 Abbildungen . . . . . 381

Zur Herkunftsbestimmung von Bananenimporten nach dem Besatz an Spinnen. Von Günter Schmidt. Mit 13 Abbildungen . . . . . 400

Statistische Methoden zur Untersuchung von Insektenpopulationen dargestellt am Beispiel des Grauen Lärchenwicklers (*Eucosma griseana* Hb. = *Semasia diniana* Gn.). Von A. Kaelin, Zürich und C. Auer, Chur . . . . . 423

Eine neue zoophage Gallmücken-Art an Tannenläusen. Von Edwin Möhn, Dauborn. Mit 9 Abbildungen . . . . . 462

## Personalien

Prof. Dr. Fritz Stellwaag (zu seiner Ernennung zum Ehrenmitglied der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie) . . . . . 469

## Referate

Einzelreferate . . . . . 472

## Verschiedenes

Autoren- und Sachregister zu Band 36 . . . . . 474

---

**Schriftleitung:** Professor Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

**Honorierung:** Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen und Tabellen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Das Honorar beträgt je Bogen 40,— DM, mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert.

**Erscheinungsweise:** Jährlich erscheinen etwa 6 Hefte, von denen 4 einen Band bilden. Jedes Heft hat einen Umfang von 7 bis 8 Druckbogen. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

**Sonderabdrucke:** Von Originalaufsätzen werden auf Wunsch 20 Sonderabdrucke kostenlos zur Verfügung gestellt, von Doktorarbeiten 50. Mehrbedarf kann gegen Berechnung geliefert werden.

---

**Abonnementspreis dieses Heftes 25,60 DM** **Einzelpreis 28,20 DM**

*Aus der Biologischen Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Phytopathologisches Institut Naumburg (Saale)*

# Holozyklie und Anholozyklie bei der Grünen Pfirsichblattlaus, *Myzodes persicae* (Sulz.)

Von

Fritz P. Müller

*Mit 3 Abbildungen*

Das winterliche Vorkommen von Jungfern der Grünen Pfirsichblattlaus, *Myzodes persicae* (Sulz.), in Gewächshäusern und an anderen frostgeschützten Stellen ist schon den Entomologen des vorigen Jahrhunderts (Kyber in Kaltenbach 1843) aufgefallen. Es ist später, nachdem die Blattlaus als Überträger wirtschaftlich wichtiger Pflanzenvirosen erkannt worden war, Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Daneben wurde von mehreren Autoren die parthenogenetische Freilandüberwinterung untersucht, die in England und im maritimen Westeuropa fast regelmäßig, in Westdeutschland häufig dem Holozyklus parallel geht. Die agame Überwinterung in Gewächshäusern, Mieten, Kellern und im Freiland ist nach Fenjves (1945) „in der Schweiz wie auch in England und in der Bretagne von größerer Bedeutung als die holozyklische". Die Beobachtungen über das *M. p.*-Auftreten während der kalten Jahreszeit haben dazu geführt, die Stellung der winterlichen Jungfern in der Populationsdynamik der Art näher zu betrachten. Dabei ist wiederholt die Vermutung ausgesprochen worden, daß innerhalb der Art *M. p.* eine Rasse existiere, die rein anholozyklisch lebt und keine Gynoparen und ♂♂ auszubilden vermag (Gillette und Bragg 1915, Mordvilko 1935, Börner in Heinze und Profft 1940, Klinkowski und Leius 1943, Moericke 1950). Diese Vermutungen stützten sich auf gelegentliche Feststellungen in der natürlichen Umgebung; es war keine Entscheidung möglich, ob die vorliegenden Tiere Linien angehörten, die eine rein anholozyklische Lebensweise besaßen oder in einem den jeweiligen Umweltbedingungen entsprechenden Umfang zur Ausbildung der Herbstformen befähigt waren, außerdem war das Auftreten von Mischpopulationen zu erwarten. Eine Klärung dieser Fragen konnte nur durch Zuchtversuche mit verschiedenen *M. p.*-Herkünften ermöglicht werden, in denen über einen längeren Zeitraum das Auftreten der Generationstypen, vor allem der ♂♂, beobachtet werden mußte. Derartige Versuche sind von keinem der genannten Autoren begonnen worden. Ihr Fehlen veranlaßte Börner (1951) zu der Feststellung, daß bis dahin noch kein Hinweis über die Existenz zweier selbständiger *M. p.*-Rassen vorlag.

Diese Lücke ist inzwischen durch die umfangreichen Versuche von Bonnemaison (1951 a, b) geschlossen worden. Der französische Forscher

hielt auf Kohlblättern isolierte Zuchten verschiedener *M. p.*-Linien, von denen jede aus der Nachkommenschaft einer einzigen Apteren bestand. Eine Linie wurde aus einem Tier anholozyklischer Überwinterung gewonnen, das im Februar von Freilandkohl gesammelt worden war. Die übrigen Linien entstammten je einer vom Pfirsich entnommenen Fundatrigenia. Während in der Nachkommenschaft der parthenogenetisch überwinterten Laus auch unter abgeänderten Zuchtbedingungen nur virginopare Ungeflügelte und Geflügelte auftraten, lieferten die auf Fundatrigenien zurückgehenden Linien außerdem Gynoparen und ♂♂. Bei höherer Temperatur und durch Zusatzbeleuchtung vergrößerter Tageslänge entstanden an Stelle der Gynoparen virginopare Geflügelte, aber das Erscheinen von ♂♂ konnte nicht vollständig unterdrückt werden. Die Tiere der konstant parthenogenetischen Linie hatten, wie aus BONNEMAISON's Tabellen ersichtlich ist, den kleinsten Anteil an Geflügelten. Sie waren grün gefärbt, während die Apteren der übrigen Linien einen blaßrötlichgelben Farbton («une teinte beige rosé») aufwiesen. BONNEMAISON gibt keine Hinweise, nach denen neben der verschiedenen Färbung auch morphologische Unterschiede zu erwarten sind.

### A. Versuche und Beobachtungen

Dauerzuchten mit verschiedenen *M. p.*-Herkünften sind im Frühjahr 1952 auch in Mitteldeutschland begonnen worden. Zum Aufbau einer jeden Zucht wurde nicht wie bei BONNEMAISON jeweils ein einziges Tier benutzt, sondern eine ganze Läusepopulation. Die im folgenden mitgeteilten Versuche und Beobachtungen erstrecken sich auf 2 Zuchtstämme. Der eine, mit A bezeichnete, geht zurück auf geflügelte, im Mai 1952 von Pfirsichen in Jena und Berlin-Dahlem entnommene Fundatrigenien. Als Ausgangsmaterial für den zweiten, mit B bezeichneten Stamm dienten Ungeflügelte, die Anfang April 1952, also vor Beginn des Abfluges vom Hauptwirt, in einem Keller bei Naumburg von Kohl gesammelt wurden.

Ungeflügelte und deren Larven waren während des Jahres 1952 in den A-Zuchten strohgelb bis grünlichgelb, in den B-Zuchten dagegen hellgrün bis tief grün und ohne gelblichen Farbeinschlag. Diese Farbunterschiede blieben bis zum Sommer 1953 gut abgegrenzt und konstant; mit ihnen war eine klare Trennung möglich. WALDHAUER (1953), der die genannten Zuchten bis zum 1. März 1953 betreut hat, fand bei Messungen des Längenverhältnisses zwischen Processus terminalis und Basis des 6. Fühlergliedes außerdem morphologische Unterschiede. Dieses Längenverhältnis war im Juni 1952 bei den apteren Erwachsenen der A-Form 4.0 und kleiner, bei denen der B-Form 4.0 und größer. Die ersteren zeigten somit noch Beziehungen zum Fühlerbau der apteren Fundatrigenien. Bei 26 Fühlern von 13 adulten ungeflügelten Fundatrigenien, die ich Anfang Mai an 3 verschiedenen Stellen von Pfirsichen entnommen hatte, betrug die Variationsbreite dieses Längenverhältnisses 3.0 bis 3.75 mit 3.3 als Mittelwert.

Zur Zuchthaltung wurden für beide *M. p.*-Herkünfte nur eingetopfte Pflanzen benutzt, die in dichtschließenden Käfigen (Abb. 1 u. 2) gegen Zuwanderung von Läusen gesichert waren. Futterpflanze war während des Winters 1952/53 *Rumex obtusifolius*, an dessen jungen Blättern eine gute Vermehrung der Läuse zustandekam. Die Stammzuchten standen bis Anfang Mai 1953 in weit voneinander entfernten geheizten Räumen, danach

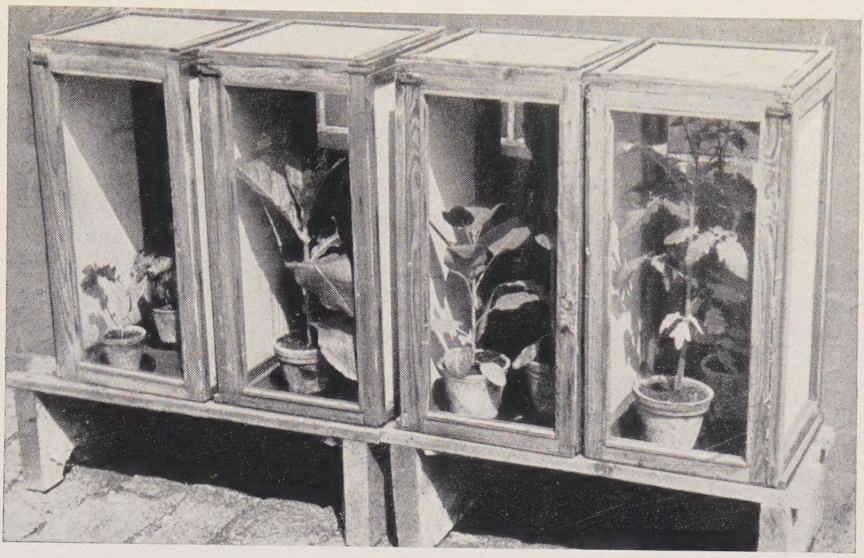
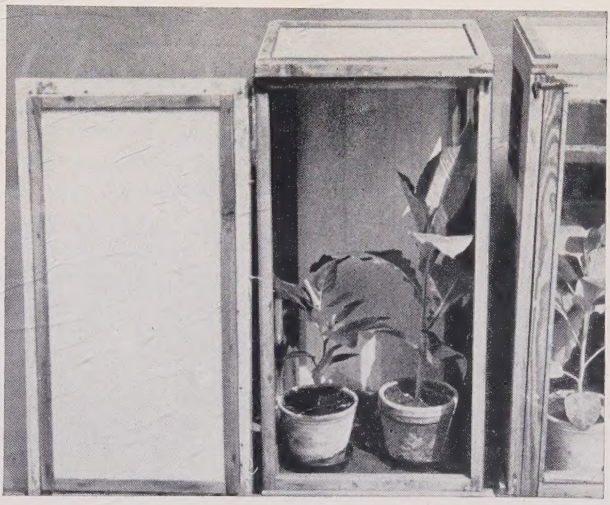


Abb. 1 u. 2. Käfige, die für die *M. p.*-Zuchten benutzt wurden. Die Käfige wurden nur zur photographischen Aufnahme dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt



wurden sie im Freiland aufgestellt. Während des Sommers 1953 wurde *Rumex obtusifolius* allmählich durch Raps *(Brassica napus)* und Grünkohl *(Brassica oleracea* var. *acephala)* ersetzt. Alle Pflanzen wurden vor der Benutzung zur Zuchthaltung auf Läusefreiheit untersucht, ab Frühjahr 1953 außerdem zweimal mit Nikotinräuchermittel behandelt und in unmittelbarem Anschluß daran zur Auslüftung und Kontrolle auf evtl. noch vorhandene lebende Läuse bis zu 2 Wochen oder länger in Zuchtkäfigen untergebracht, in denen längere Zeit keine Pflanzen gestanden hatten, und die infolgedessen garantiert läusefrei waren. Bei den A-Läusen des Jahres 1953 handelt es sich, nach den Aufzeichnungen von WALDHAUER, ausschließlich um Nachkommen der Fundatrigenien aus Berlin-Dahlem.

### 1. Auftreten von ♂♂

Das Auftreten von ♂♂ wurde im Herbst 1952 in der Zeit vom 29. 9. bis 10. 11. registriert. Die Zuchtkäfige standen zunächst im Freiland, ab 10. 10. im Gewächshaus. Unter den Geflügelten wurden ♂♂ in den

A-Zuchten in großem Mengenanteil, in den B-Zuchten dagegen überhaupt nicht festgestellt. *Capsella bursapastoris*, von der A-Form besiedelt, lieferte 112 Geflügelte, davon 81 = 72 % ♂♂. Von Grünkohlpflanzen, die ebenfalls mit der A-Form besetzt waren, wurden 329 Geflügelte abgesammelt, von denen 41 = 13 % ♂♂ waren. Die bekannte Erscheinung, daß auf Kohl lebende *M. p.*-Populationen im Freiland nur wenige ♂♂ entstehen lassen, konnte somit auch in den Zuchten wiedergefunden werden.

Im Herbst 1953 wurden 4 Käfigzuchten von jedem der beiden *M. p.*-Stämme zur Beobachtung des ♂♂-Auftretens benutzt. Zwei davon erhielten je 3 *Urtica urens*-Pflanzen, die beiden anderen je 3 Grünkohlpflanzen. Diese Pflanzenarten wurden gewählt, weil *Urtica urens* im Gegensatz zu *Brassica* spp. offenbar von förderndem Einfluß auf die Entstehung der Herbstformen von *M. p.* ist, da auf ihr in den herbstlichen *M. p.*-Populationen besonders viele ♂♂ anzutreffen sind (MÜLLER 1952). Einer der zwei *Urtica urens*- bzw. Grünkohlkäfige beider Läusestämme wurde im Freiland, der andere im Gewächshaus aufgestellt. Das Besetzen mit Läusen erfolgte am 31. 8. 53. In der Zeit vom 1. 10. bis 19. 12. 53 wurden sämtliche Geflügelten in Abständen von durchschnittlich 7 Tagen abgesammelt und nach Käfigen getrennt in 80 %igem Alkohol untersucht. Das Ergebnis war bei allen Käfigzuchten sowohl der A- wie der B-Form einheitlich: In keinem Falle waren unter den Geflügelten ♂♂ vorhanden. Ein eingetopfter, noch Blätter tragender junger Pfirsich, der mit in den Freilandkäfig gestellt worden war, in dem die A-Form auf *Urtica urens* lebte, war nur von Virginogenien besiedelt. Das Fehlen der ♂♂ war somit von einem Fehlen der Gynoparen begleitet. Dieser Befund war zu erwarten, da die Versuche von BONNEMAISON (1951 a) gezeigt haben, daß bei *M. p.* das Auftreten von Gynoparen eher unterdrückt wird als das der ♂♂.

Eine Beobachtung, daß in den Zuchten anderer, gleichzeitig gehaltener *M. p.*-Stämme noch nach der Jahreswende ♂♂ auftraten, gab mir die Veranlassung, mit Beginn des Monats Februar 1954 die Erfassung sämtlicher in den A-Zuchten entstandenen Geflügelten fortzusetzen. Diese Auszählungen, die bis zum 3. Mai weitergeführt wurden, ergaben unter 4212 Geflügelten nur 4 ♂♂, die in der Zeit vom 26. März bis 3. Mai entstanden waren. In der Gesamtzahl der vom 1. 10. 53 bis 3. 5. 54 in den A-Zuchten abgesammelten 9133 Geflügelten war der Anteil von 4 ♂♂ (= 0,03 %) im Verhältnis zu den im Vorjahr gewonnenen Zahlenwerten äußerst gering.

Die Ergebnisse der Zuchtversuche zeigen, daß einmalige anholozyklische Überwinterung ausreichend war, um die ♂♂-Entstehung in den A-Zuchten praktisch vollständig zum Erlöschen zu bringen. Eine übrig gebliebene, äußerst schwache Potenz zur ♂♂-Erzeugung wurde erst in der zweiten Märzhälfte erkennbar, nachdem die kurze Tageslänge des Winters mehrere Monate auf die Läuse eingewirkt hatte.

### 2. Geflügeltenentstehung

Die Käfige der A-Zuchten enthielten im März bis zur zweiten Aprilhälfte 1953 reichlich Geflügelte, die ihre Futterpflanzen größtenteils verließen und sich an den zum Licht gekehrten Glas- und Gazewänden niederließen. Dadurch war die Aufrechterhaltung der Zuchten zeitweise erschwert.

Von Mai bis Anfang September 1953 waren die Geflügelten in den A-Käfigen selten, so daß bei äußerlicher Betrachtung kein Unterschied gegenüber der B-Form festgestellt werden konnte. Auszählungen wurden Ende Juni und Ende August auf 7 stärker besiedelten, in Käfigzuchten getrennt gehaltenen Pflanzenarten *(Capsella bursapastoris,* Raps, Kartoffel, *Urtica urens, Senecio vulgaris, Chenopodium album, Malva neglecta)* vorgenommen. Bei der ersten Auszählung fanden wir entweder keine oder höchstens 3,5 % Geflügelte unter den Imagines. Den genannten Höchstwert hatte die Zucht auf *Urtica urens;* diese Pflanze scheint nach meinen Freiland- und Gewächshausbeobachtungen der vorhergehenden Jahre von förderndem Einfluß auf die Geflügeltenentstehung bei *M. p.* zu sein. Im August ergaben die Auszählungen ein völliges Fehlen der Geflügelten. Es ist möglich, daß deren Zahl im Juli, wenn die Geflügeltenentstehung im Freiland erfahrungsgemäß Höchstwerte erreicht, auch in den A-Zuchten etwas größer als im Juni war. Die Beobachtung der um diese Zeit allein zur Verfügung stehenden Stammzucht ergab jedoch keine auffallenden Unterschiede gegenüber dem Monat Juni. Im September setzte wiederum stärkere Geflügeltenentstehung ein, die während des Winters 1953/54 anhielt und noch jetzt (Anfang Mai 1954) zu beobachten ist. Die Menge der Winter-Geflügelten war um ein Vielfaches größer als in den B-Zuchten, die in geheizten Räumen unter den gleichen Umweltbedingungen und auf denselben Pflanzenarten, Grünkohl und *Urtica urens,* ab Mitte Dezember *Rumex obtusifolius,* ab Mitte März außerdem Grünkohl und Raps, gehalten wurden. Eine fühlbare Schwächung der Zuchten trat jedoch im Gegensatz zum Vorjahr nicht ein, obwohl wir die Geflügelten während des Winters 1953/54 zu einem großen Teil, ab Anfang Februar 1954 sogar vollständig zur Kontrolle des Auftretens von ♂♂ entfernten.

In den B-Zuchten sind während des Monats März 1953 in geringem Umfang Geflügelte entstanden; ihr geschätzter Mengenanteil lag immer unter 10 % der Gesamtzahl der Adulten. Im April ging die Geflügeltenproduktion noch weiter zurück, um bald fast ganz aufzuhören. Während des folgenden Sommers zeigten sich selten Geflügelte, ihre Zahl betrug Ende Juni höchstens 1 % der Gesamtimagines einer Zucht und war im August gleich Null. Die erforderlichen Auszählungen wurden zur gleichen Zeit und auf denselben Pflanzenarten wie bei A durchgeführt. Erst im September erschienen wieder mehr Geflügelte, jedoch in verhältnismäßig geringer Individuenzahl. Es entstanden von ihnen auf gut besiedelten Grünkohl- und *Urtica urens*-Pflanzen, von denen 3 in je einem Käfig im Gewächshaus und im Freiland aufgestellt waren, während der Monate Oktober und November 1953 im Verlauf von 7 Tagen im Höchstfall 9 Stück in einem Käfig. Ihr Mengenanteil ging Ende Dezember noch weiter zurück. Von Januar bis April 1954 sah ich in den Zuchten, die im geheizten Zimmer auf *Rumex obtusifolius,* Grünkohl und Raps gehalten wurden, nur vereinzelte, zeitweise keine Geflügelten.

1952 sind in den A-Zuchten während der Monate Juni, Juli und August dauernd und in großer Zahl Geflügelte entstanden. Der Unterschied gegenüber den A-Zuchten in den gleichen Monaten des Jahres 1953 war sehr auffallend. Während die Geflügeltenentstehung im Frühjahr 1953 noch eine Schwächung der Zuchten zur Folge hatte, war dieses im Frühjahr 1954 nicht mehr der Fall. Hinsichtlich der Geflügeltenentstehung war

somit zu allen Zeiten des zweiten Jahres eine deutliche Angleichung der A-Form an die B-Form erfolgt, bei welcher keine auffallenden Unterschiede zwischen den beiden Beobachtungsjahren in Bezug auf die Zahl der Geflügelten festzustellen waren.

### 3. Färbung der apteren Erwachsenen

Die anfangs deutlichen, oben mitgeteilten Farbunterschiede wurden während des Sommers 1953 mehr und mehr verwischt. Im August 1953 waren bei den A-Läusen die Larven auf Raps, *Capsella bursapastoris*, Kartoffel, *Nicotiana tabacum*, *Urtica urens*, *Chenopodium album* und *Malva neglecta* fast sämtlich, die apteren Erwachsenen zu 25—80 % milchig grün (nach Versuchen von Frl. Siebelist). Die auf Grünkohl gehaltene Stammzucht enthielt ab Anfang September 1953 nur gelblichgrüne Tiere, die in ihrer Färbung eine Mittelstellung einnahmen zwischen den A- und B-Läusen des Jahres 1952, die damals ebenfalls auf Grünkohl vermehrt wurden und die Farbunterschiede auf dieser Pflanze sehr deutlich zeigten. Mitte April 1954 waren in der Stammzucht der A-Form sämtliche Farbqualitäten zu sehen, von grünlichgelb über milchig grün bis zu rein grün, sowohl auf *Rumex obtusifolius*, auf dem die A-Form nach meinen Beobachtungen ebenso wie auf *Rumex crispus* zur Ausbildung milchig grüner Tiere neigt, wie auf Raps und Grünkohl.

Es war somit auch in bezug auf die Färbung eine Angleichung in Richtung auf die B-Form eingetreten. Diese Angleichung ist besonders deshalb an hervorragender Stelle zu bewerten, weil andererseits unter den permanent anholozyklisch lebenden B-Tieren zweimal während der Zuchthaltung gelblichgrüne, sogar grünlichgelbe Apteren und Larven aufgetreten sind. Der erste Fall ereignete sich auf Raps-Zuchten im Freiland während des Juli 1953, der zweite im April und Mai 1954 auf *Rumex obtusifolius*, Raps und Grünkohl als Futterpflanzen, als die Zuchten in einem gut geheizten Raum am Fenster der Südseite des Gebäudes standen. Hohe Temperaturen sind offenbar für das Zustandekommen gelblicher Farbtöne in den B-Zuchten verantwortlich.

### 4. Form des 6. Fühlergliedes

Das Längenverhältnis Processus terminalis zu Basis des 6. Fühlergliedes war am 8. 4. 53 bei 70 % von 52 Fühlern erwachsener Ungeflügelter der A-Form, die auf *Rumex obtusifolius* in einem geheizten Raum lebte, noch unter 4.0. Angeregt durch die Befunde an anderen *M. p.*-Populationen bekannter Herkunft, untersuchte ich dieses Längenverhältnis zu verschiedenen Zeiten des Jahres 1953. Es wurden zum Vergleich nur solche A- und B-Zuchten benutzt, die mindestens 2 Wochen lang auf der gleichen Futterpflanzenart und bei der gleichen Temperatur vermehrt worden waren. In allen Fällen handelte es sich um Freilandzuchten, die durch entsprechende Aufstellung der Käfige an der Nordseite von Gebäuden unter den gleichen Umweltbedingungen gehalten wurden. Es wurde vor allem darauf geachtet, daß die Zuchten denselben Temperaturverhältnissen ausgesetzt waren, denn als Folge der Vermehrung bei niederen Temperaturen tritt eine Verkürzung des Längenverhältnisses Processus terminalis zu Basis des 6. Fühlergliedes ein, und zwar außer bei *M. p.* auch bei anderen

Blattläusen, wie die Untersuchungen an *Rhopalomyzus ascalonicus* (Donc.) zeigten (Müller 1953).

Längenverhältnis des Processus terminalis zur Basis des 6. Fühlergliedes bei apteren Adulten der A- und B-Form 1952 und 1953, nach Zuchthaltung auf Raps.

| Datum | Anzahl Tiere | Anzahl Fühler | Variationsbreite | M |
|---|---|---|---|---|
| A 26.6.1952 | 23 | 42 | 3.58—4.45 | 3.97 |
| 29.8.1952 | 30 | 57 | 3.37—4.45 | 4.03 |
| 28.6.1953 | 27 | 54 | 3.87—5.14 | 4.55 |
| 19.8.1953 | 46 | 88 | 3.88—5.17 | 4.39 |
| B 25.6.1952 | 38 | 65 | 3.75—4.94 | 4.33 |
| 27.8.1952 | 15 | 29 | 3.59—5.17 | 4.51 |
| 27.6.1953 | 69 | 133 | 3.80—5.16 | 4.46 |
| 18.8.1953 | 50 | 96 | 3.94—5.25 | 4.40 |

Die beiden Abschnitte des letzten Fühlergliedes wurden bei apteren Erwachsenen aus Raps-Zuchten gemessen. Die aus diesen Meßergebnissen errechneten Indices sind in die beigegebene Tabelle eingetragen und zeigen, daß die Unterschiede zwischen A und B im Juni und Juli 1953 auf Raps verschwunden waren. Vergleichende Messungen ließen erkennen, daß die Art der Futterpflanze zum mindesten bei der A-Form von Einfluß auf die Länge des Processus terminalis ist, und daß eine Tendenz zur Verlängerung dieses Abschnittes besonders auf Raps zu beobachten ist. Sie äußert sich offenbar schon an apteren Virginogenien, die von Fundatrizen des gleichen Jahres abstammen, wie in der Tabelle an den von Raps-Tieren des Jahres

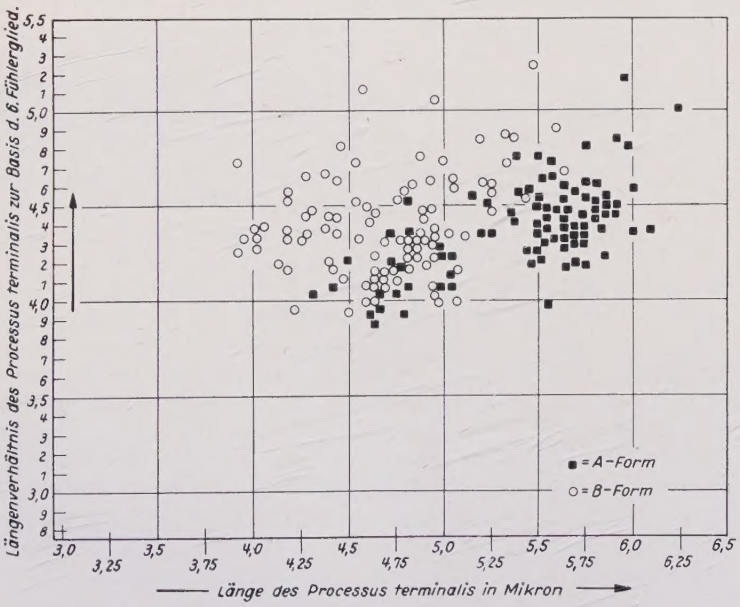



Abb. 3.
Die Indices Processus terminalis : Basis des 6. Fühlergliedes im Verhältnis zur absoluten Länge des Processus terminalis bei apteren Erwachsenen aus Raps-Zuchten im August 1953

1952 gewonnenen Zahlen zu erkennen ist. Diese Tiere, in 80 %igem Alkohol konserviert, entstammen dem Waldhauer'schen Material. Sie haben in der A-Form einen verhältnismäßig hohen Mittelwert des untersuchten Längenverhältnisses. Bei der B-Form sind die Rapszuchten des Gewährsmannes, die dieser aus der Stammzucht abgezweigt hatte, vielleicht mit wenigen Tieren anderer Herkunft vermischt gewesen, da einige Indiceswerte auffallend niedrig sind.

Die Meßergebnisse von den August 1953-Tieren der Tabelle wurden, um einen Vergleich zu ermöglichen, in dieselbe Koordinatentafel eingetragen, die WALDHAUER (1953) benutzt hat (Abb. 3). Diese Darstellung zeigt nochmals die Übereinstimmung der Variationsbreiten und der Mittelwerte des Index Processus terminalis : Basis, sie gibt außerdem zu erkennen, daß die absolute Länge des Processus terminalis bei A größer als bei B war.

Das Ergebnis der Untersuchungen ist sehr eindeutig: Unterschiede zwischen A und B im Längenverhältnis des Processus terminalis zur Basis des 6. Fühlergliedes waren nach einmaliger anholozyklischer Überwinterung und bei Raps als Futterpflanze weggefallen.

### B. Der Übergang von der holozyklischen zur permanenten anholozyklischen Lebensweise

BONNEMAISON (1952) hat mitgeteilt, daß es ihm gelungen ist, von *M. p.* Zuchtstämme zu erhalten, in denen als Folge von parthenogenetischer Vermehrung nach 1—2 Jahren die Gynoparen durch virginopare Geflügelte ersetzt wurden. Seine Versuche lassen erkennen, daß in den wirtswechselnden Aphididen ein «facteur interne» existiert, der im Zusammenwirken mit Umweltfaktoren — Beleuchtungsdauer, Temperatur, «effet de groupe», Reifezustand der Pflanzen — das Erscheinen von Gynoparen auslöst, jedoch nach einer mehr oder minder langen parthenogenetisch durchlaufenen Periode abklingt und schließlich ganz verschwindet, bis die virginoparen Geflügelten vollständig an die Stelle der Gynoparen getreten sind.

Die oben beschriebenen Zuchtversuche führen zu der Folgerung, daß bei *M. p.* eine ebensolche, jedoch langsamer abklingende Potenz in bezug auf die ♂♂-Entstehung vorhanden ist. Diese Potenz ist in den einzelnen, jeweils von einer Fundatrix abstammenden Linien offenbar verschieden stark ausgeprägt, denn in BONNEMAISON's Zuchten sind, im Gegensatz zu denen meiner A-Form, während des zweiten auf die Fundatrix folgenden Herbstes noch reichlich ♂♂ entstanden. Sie ist entweder mit der Potenz zur Ausbildung, partieller oder vollkommener Unterdrückung der Gynoparen koordiniert oder mit dieser identisch und dann in anderem Grade wirksam. Denn das Auftreten der ♂♂ hält beim Übergang zur Anholozyklie länger an als das der Gynoparen. Das zeigten weitere eigene Versuche mit einem anderen *M. p.*-Stamm (WB), der im April 1953 von einer Gewächshauspopulation abgezweigt wurde und im Winter 1953/54 reichlich ♂♂ lieferte, ohne daß mit Hilfe eines blättertragenden Pfirsichs Gynoparen nachgewiesen werden konnten. Der Mengenanteil der ♂♂ unter herbstlichen oder diesen entsprechenden Bedingungen ist deshalb ein Gradmesser dafür, wie weit die Entwicklung einer *M. p.*-Linie in Richtung auf die Anholozyklie fortgeschritten ist.

Die Geschwindigkeit des Übergangs zur Anholozyklie ist bei den einzelnen *M. p.*-Linien verschieden, wie der Vergleich der BONNEMAISON'schen Linie sowie des WB-Stammes einerseits mit der A-Form andererseits zeigt. Bei der Bewertung des Tiermaterials des französischen Forschers ist noch zu berücksichtigen, daß dieser als Futterpflanze nur Kohl benutzte. Die Vermehrung auf Kohl bewirkt jedoch bei *M. p.* zum mindesten unter Freilandbedingungen Verminderung des Auftretens der Herbstformen, da bis jetzt noch kein Hinweis zu erkennen ist, daß die im Freiland wachsenden Kohlarten bevorzugte Futterpflanzen von anholozyklisch lebenden Linien sind, und daß Läuse mit stark ausgeprägter Tendenz zur Holozyklie diese Pflanzen meiden. Die Potenz zur Ausbildung der Herbstformen ist somit schon in den Fundatrizen festgelegt und klingt in den daraus hervorgegangenen, parthenogenetisch lebenden Linien verschieden stark ab. Zum Erkennen dieser Verhältnisse und zur Gewinnung auswertbarer Beobachtungsergebnisse sind völlig gleiche Außenbedingungen für die zu prüfenden Zuchten unbedingt erforderlich. Die A- und WB-Zuchten wurden bei gleicher Beleuchtung, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Besiedelungsdichte und auf denselben Pflanzenarten gehalten, wobei die jeweils benutzten Futterpflanzen gleichaltrig waren.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß die seit Frühjahr 1953 in den A-Zuchten lebenden Läuse sämtlich Nachkommen einer einzigen Fundatrix sind, und daß ursprünglich noch darin vorhandene weitere Linien im Winter 1952/53 durch Ausbildung von 100 % Herbstformen verschwanden. Auch die Fundatrizen anderer Blattlausarten sind in den Potenzen zum Hervorbringen bisexueller Generationsformen nicht gleichwertig, denn DE FLUITER (1950) fand, daß einige seiner Linien von *Doralis fabae* (SCOP.) im Herbst 100 % Gynoparen und ♂♂ ergaben, während andere unter gleichen Bedingungen außer den Herbstformen Apteren mit parthenogenetischer Weiterentwicklung hervorbrachten.

Mit der Abzweigung anholozyklisch lebender Linien ist gleichzeitig ein Selektionsprozeß verbunden. Dieser wirkt sich in Gebieten mit kaltem Winter mehr zu Gunsten der Aufrechterhaltung des Holozyklus aus, da nur diejenigen übrig gebliebenen Virginogenien, die zufällig in Gewächshäuser und an andere frostgeschützte Stellen gelangt sind, bei Einbruch der kalten Jahreszeit weiter existieren und sich vermehren können. In Ländern mit mildem Winter ist das Gegenteil der Fall. Hier hat die Art zu allen Jahreszeiten die Möglichkeit, sich im Freiland zu halten und zu vermehren und die partiell oder vollständig anholozyklischen Linien stärker in der Populationsdynamik hervortreten zu lassen. Das zeigt das häufige *M. p.*-Auftreten an Winterkohl und in Mieten Englands und Westdeutschlands. In den Subtropen und Tropen bewirken hohe Temperaturen außerdem das Wegbleiben der prosexuellen und sexuellen Generationstypen, da der oben erwähnte «facteur interne» (nach BONNEMAISON 1952) schließlich in allen Linien vollkommen verloren geht, so daß die Lebensweise der Gesamtpopulation eine anholozyklische wird. Dieser Übergang läßt sich geographisch verfolgen, denn nach BALACHOWSKY und MESNIL (1935, I, p. 337) und POISSON (1940) führt die Art *M. p.* in Mittelfrankreich den Holozyklus durch, während sie an der französischen Mittelmeerküste und in Algerien das ganze Jahr hindurch nur an den Nebenwirtspflanzen und ohne Migration zum Hauptwirt lebt.

### C. Die Stellung anholozyklisch lebender Linien im Formenkreis der Grünen Pfirsichblattlaus

Der Nachweis des Überganges von der holozyklischen zur anholozyklischen Lebensweise läßt eine Überprüfung der Frage angebracht erscheinen, ob es berechtigt ist, die Art *M. p.* in eine „holozyklische Rasse" mit dem Pfirsich als Hauptwirt und in eine „anholozyklische Rasse" aufzugliedern, denen BÖRNER (1952, p. 470 u. 485 und 1953, p. 217) sogar eine spezifische Selbständigkeit zugeschrieben hat. Er hat eine grüne Laus der Nelken, *Aphis dianthi* SCHRANK 1801, als identisch mit der permanent anholozyklisch lebenden B-Form angesehen. Wenn man von der zunehmenden Grünfärbung in Verbindung mit dem Übergang zur Anholozyklie absieht, ist diese Identifizierung nahe liegend, denn nach meinen Beobachtungen sind die Gartennelken unter den während des Winters in Gewächshäusern herrschenden Bedingungen gute Vermehrungswirte für *M. p.* und werden dort von der B-Form, die auf Grund ihrer Lebensweise (geringe Ausbildung von Geflügelten) an die Gewächshäuser gebunden ist, sehr häufig besiedelt. Die Gartennelken haben sich dagegen unter sommerlichen Freilandbedingungen als wenig geeignet erwiesen für die Vermehrung der Grünen Pfirsichblattlaus. Die Läusezahlen waren nach 14 Tagen sowohl bei A wie bei B und anderen untersuchten Stämmen im Juni nur wenig größer als die Anfangsbesiedelung, im August sogar rückläufig.

Die taxonomische Absonderung des B-Typs setzt dessen frühzeitige und abgeschlossene Abspaltung voraus. MORDVILKO (1935) nimmt an, daß die Entstehung einer permanent anholozyklisch lebenden Form schon während der Zwischeneiszeiten erfolgt ist, als der Pfirsich vorübergehend aus Europa verschwunden war. Selbstverständlich ist eine so frühe Abspaltung möglich gewesen und hat sehr wahrscheinlich auch stattgefunden, zumal bei einem Geopoliten wie *M. p.*, bei dem Anpassungen an veränderte Umweltbedingungen zu früher Zeit ebenso stattgefunden haben müssen wie Aufspaltungen in biologisch verschiedenen Formen, wie u. a. der Wirtswechsel mit *Prunus nigra* in den nördlichen Teilen der USA und in Kanada zeigt. Der Vorgang der Abzweigung anholozyklisch lebender Seitenketten findet jedoch nach BONNEMAISON's und meinen Versuchen noch heute statt. Die mitgeteilten Versuche und Beobachtungen haben zudem ergeben, daß schon nach verhältnismäßig wenigen parthenogenetisch durchlaufenen Generationen eine Angleichung an die permanent anholozyklisch lebende Form auch im Umfang der Geflügeltenentstehung, in der Färbung der apteren Erwachsenen und im Bau des 6. Fühlergliedes erkennbar wird.

Unter normalen Umweltbedingungen 100 %ig den Holozyklus durchführende Linien sind demnach sowohl biologisch wie morphologisch mit den Anholozyklikern durch Zwischenformen verbunden und deshalb nicht taxonomisch abzutrennen. HILLE RIS LAMBERS (briefliche Mitteilung) möchte in Fällen wie dem vorliegenden das Wort „Anholozyklie gebrauchen, um eine Überwinterungsform anzudeuten, und nicht als ein für eine Blattlausart typisches Merkmal". Die Richtigkeit dieses Zusammenhanges gilt auf alle Fälle für diejenigen Linien, denen noch eine Potenz zur Ausbildung der Herbstformen innewohnt, deren mengenmäßiges Auftreten oder Wegbleiben durch Außeneinflüsse nach Belieben induziert werden kann. Inwieweit sie für die permanent anholozyklisch lebenden Linien von *M. p.* zutrifft, die sich seit langen Zeiträumen im Endstadium der oben

bezeichneten Entwicklungsreihe befinden, müssen weitere Versuche klären. Diese Versuche müßten bei *M. p.* mittels Zuchthaltung über viele Läusegenerationen durchgeführt werden bei niederen Temperaturen und verkürzter Tageslänge. Als Futterpflanzen kämen *Urtica urens* und andere Pflanzen in Frage, die erfahrungsgemäß die Entstehung der Herbstformen anregen. Vorläufig fehlt der experimentelle Beweis, ob die Entwicklungsreihe in Richtung auf die permanente Anholozyklie noch im Bereich der typisch ausgeprägten B-Form reversibel ist.

Die B-Form ist an den Orten der anholozyklischen Überwinterung, vor allem in Gewächshäusern, am häufigsten, da sie infolge der geringen Geflügeltenentstehung wenig Gelegenheit hat, um aktiv ins Freiland zu gelangen. Ich fand bei der Untersuchung von apteren *M. p.*, die während der Jahre 1952 und 1953 im Freien auf Kartoffel und Unkräutern gesammelt wurden, nur selten Tiere mit den extremen Merkmalen der B-Form. Es gibt offenbar noch weitere permanent anholozyklisch lebende Linien, die in ihren Merkmalen nicht mit der B-Form übereinstimmen. Denn tropische *M. p.*-Populationen enthalten sowohl grüne wie gelbe und rötliche sowie physiologisch verschiedene Tiere (DE JONG 1929) und außerdem, wie mir aus tropischen Gebieten gesandtes Alkohol-Material zeigte, im Gegensatz zu meiner B-Form auffallend viele Geflügelte.

Frau Anna-Dorothee Zech danke ich für die vorbildliche Zuchtbetreuung, welche die Gewähr dafür geboten hat, daß weder Vermischungen noch Zuwandern von Läusen anderer Herkünfte stattgefunden haben.

## Zusammenfassung

2 *Myzodes persicae*-Stämme wurden 2 Jahre bei parthenogenetischer Vermehrung in der Zucht gehalten. Der eine Stamm (A) geht zurück auf geflügelte Pfirsich-Fundatrigenien des Frühjahrs 1952, der andere (B) auf anholozyklisch überwinterte Apteren, die Anfang April 1952 in einem Keller auf Kohl gefunden wurden.

Es wurde in beiden Stämmen untersucht und verglichen: 1. das Auftreten von ♂♂, 2. von virginoparen Geflügelten, 3. Färbung und 4. Form des 6. Fühlergliedes der apteren Adulten.

Zu 1: In den A-Zuchten wurden unter den Geflügelten im Herbst 1952 auf *Capsella bursapastoris* 72 %, auf Grünkohl 13 % ♂♂, im Herbst 1953 auf *Urtica urens* und Grünkohl unter verschiedenen Umweltbedingungen jedoch keine ♂♂ festgestellt. 4 ♂♂, die in den A-Zuchten erst in der Zeit vom 26. März bis 3. Mai 1954 auftraten, waren nur 0,03 % aller vom 1. 10. 53 bis 3. 5. 54 in diesen Zuchten gezählten 9133 Geflügelten. In den B-Zuchten sind niemals ♂♂ beobachtet worden.

Zu 2: Geflügelte waren in den A-Zuchten im Sommer 1952 zahlreich, im Sommer 1953 dagegen selten. Unter den B-Läusen waren immer nur wenige Geflügelte.

Zu 3: Die A-Läuse waren bis zum Sommer 1953 strohgelb bis grünlichgelb, die späteren Generationen enthielten in zunehmendem Umfang gelblichgrüne, milchig grüne und rein grüne Apteren. Die Apteren von B waren meist rein grün.

Zu 4: Der Mittelwert des Längenverhältnisses Processus terminalis zu Basis des 6. Fühlergliedes der ungeflügelten Erwachsenen war im Sommer 1952 bei A meist unter, bei B über 4.0. Im Sommer 1953 war dieser Unterschied bei Zuchthaltung auf Raps sowohl im Mittelwert wie in der Variationsbreite nicht mehr vorhanden.

Diese Ergebnisse zeigen, daß eine weitgehende Angleichung der A-Form nach zweijähriger parthenogenetischer Vermehrung an die B-Form stattgefunden hatte. Zwischen Läusen des A- und B-Typs existieren Zwischenformen. Die B-Form ist ein Endstadium einer noch in rezenter Zeit existierenden Entwicklungsreihe in Richtung auf die permanente anholozyklische Lebensweise. Ihre taxonomische Abtrennung als Art oder besondere Rasse wird deshalb als nicht berechtigt angesehen.

## Literaturverzeichnis


Balachowsky, A. et Mesnil, L., Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Paris 1935/36.

Bonnemaison, L., Contribution à l'étude des facteurs provoquant l'apparition des formes ailées et sexuées chez les *Aphidinae*. Ann. de l'Inst. Rech. Agron. Série Ann. des Epiphyties **2**, 1—388, 1951 (a).

Bonnemaison, L., Déterminisme de l'apparition des formes sexuées chez les *Aphidinae* (Hémiptères *Aphididae*). Bul. Soc. Hist. Nat. Toulouse **86**, 108—112, 1951 (b).

Bonnemaison, L., Remarques sur les migrations chez les *Aphidinae*. Trans. IXth Int. Congr. Entom., Vol 1, 490—494, 1952.

Börner, C., Kleiner Beitrag zur Kenntnis von *Myzodes persicae* Sulzer. Nachrbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. **5**, (31), 101—111, 1951.

Börner, C., Europae centralis Aphides. Mitt. Thür. Bot. Ges., Beiheft 3, 1952.

Börner, C., *Aphidoidea*. In: Brohmer, P., Fauna von Deutschland, 7. Aufl., S. 206—220, Heidelberg 1953.

Fenjves, P., Beiträge zur Kenntnis der Blattlaus *Myzus (Myzodes) persicae* Sulz., Überträgerin der Blattrollkrankheit der Kartoffel. Mitt. Schweiz. Entom. Ges. **19**, 491—611, 1945.

Fluiter, de H. J., De invloed van de daglengte en temperatuur op het optreden van de geschlachtsdieren bij *Aphis fabae* Scop., de zwarte bonenluis. Tijdschr. Plantenziekten **56**, 265—285, 1950.

Gillette, C. P. and Bragg, L. C., Notes on some Colorado aphids having alternate food habits. J. econ. Entom. **8**, 97—103, 1915.

Heinze, K. und Profft, J., Über die an der Kartoffel lebenden Blattlausarten und ihren Massenwechsel im Zusammenhang mit dem Auftreten von Kartoffelvirosen. Mitt. Biol. Reichanst. Berlin-Dahlem, Heft 60, 1940.

Jong, de J. K., Enkele resultaten van het onderzoek naar de biologie van de tabaksluis, *Myzus persicae* Sulzer. Bull. Deli Proefstat. Medan Sumatra **28**, 36 pp., 1929.

Kaltenbach, J. H., Monographie der Familien der Pflanzenläuse (Phytophthires). Aachen 1843.

Klinkowski, M. und Leius, L., Ein Beitrag zur Biologie und Überwinterung der Pfirsichblattlaus (*Myzodes persicae* Sulz.) im Ostland. Landbauforschung im Osten **1**, 71—77, 1943.

Moericke, V., Wo entstehen die Gynoparen und Männchen der Pfirsichblattlaus (*Myzodes persicae* Sulz.)? Nachrbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **2**, 99—102. 1950.

Mordvilko, A., Die Blattläuse mit unvollständigem Generationszyklus und ihre Entstehung. Ergeb. Fortschr. Zool. **8**, 36—328, 1935.

Müller, F. P., Der jahreszeitliche Massenwechsel der Grünen Pfirsichblattlaus *(Myzodes persicae* Sulz.). Nachrbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. **6**, (32), 28—32, 1952.

Müller, F. P., Die Zwiebellaus, *Rhopalomyzus ascalonicus* (Donc.), Vorkommen in Deutschland und Lebensweise. Z. angew. Entom. **35**, 187—196, 1953.

Poisson, R., Sur la biologie de *Myzodes (Myzus) persicae* Sulz. (Hémiptère Phytophthire *Aphididae)* en Bretagne. C. R. des scéances de l'Acad. des Sci. Paris **210**, 312—314, 1940.

Waldhauer, W., Über Rassendifferenzierung im Formenkreis der Grünen Pfirsichblattlaus *(Myzodes persicae* Sulz.). Nachrbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. **7** (33), 95—99, 1953

*Aus dem Pflanzenschutzamt der Land- und Forstwirtschaftskammer Frankfurt am Main*

# Eine Maikäferbekämpfung in Steinfurth/Bad Nauheim zur Abwehr von Engerlingsschäden in wertvollen Rosenkulturen

Von

GERHARD WEBER

*Mit 3 Abbildungen*

## Entwicklung und Stand der Maikäferbekämpfung

Fast zu derselben Zeit, als ECKSTEIN (12) über die völlig ungenügende Ausbeute bei Maikäfer-Sammelaktionen schrieb „die Käfersammelei wird immer ein Notbehelf bleiben. Das Ziel aller Arbeiten über den Maikäfer muß sein: Die Engerlingsbekämpfung, die der Bauer selbst durchführt", berichtete THIEM (79) über glänzende Erfolge bei der Verwendung von Dinitroorthokresol-Stäuben zur Maikäferbekämpfung. GERSDORF (21), der mit den gleichen Stäubemitteln ebenfalls ausgezeichnete Ergebnisse anläßlich einer Maikäferbekämpfung in den Bauernwäldern Niedersachsens erzielte, errechnete an Teilobjekten, daß diese Bekämpfung gegenüber den bisherigen Sammelaktionen sechsmal intensiver war. Wenn man bei einer wohlorganisierten Sammelaktion allgemein eine Ausbeute von 15 % der autochthonen Maikäfer-Population vernichtete (43), so beweist das Ergebnis in Niedersachsen, daß mit einer zeitgerechten Verwendung von Dinitroorthokresol-Stäuben auch eine wirklich präventive Engerlingsbekämpfung verbunden sein kann. KÜTHE (38), ITZEROTT (32) und andere berichteten später ebenfalls über gutgelungene Bekämpfungsmaßnahmen mit diesen Mitteln. Der Grundgedanke der Maikäfersammelaktionen, die Käfer besser an den Fraßplätzen des Waldrandes als später die Engerlinge während ihrer Entwicklung in den ausgedehnten Brutplätzen fassen und vernichten zu können, hat durch die erwiesene Brauchbarkeit der Dinitroorthokresol-Mittel der Maikäferbekämpfung neuen Auftrieb gegeben.

An die Stelle der immerhin nicht ganz unbedenklichen Dinitroorthokresol-Präparate traten seit 1944/45 die DDT- und später die Hexa-Mittel. Ihre Aufbereitungen als Staub, Suspension, Emulsion und Nebellösung in einfacher oder kombinierter Form (DDT + HCH) sollten dazu beitragen, jede Maikäferbekämpfung nahezu unabhängig von der jeweiligen Wetterlage erfolgreich abzuschließen. Zug um Zug mit der präparativen Entwicklung wurden auch neue Gerätetypen in der Praxis erprobt, so daß eine verhältnismäßig einfache Anleitung genügt hätte, der Maikäferbekämpfung gegenüber der Engerlingsbekämpfung die gewünschte praktische Bedeutung und Ausweitung zu geben. Aber diese Ausweitung

ließ auf sich warten, weil nicht alle zwischenzeitlich durchgeführten Bekämpfungsmaßnahmen nach den Erfolgskontrollen zufriedenstellende Ergebnisse brachten. Der neuerdings für Waldränder und Waldungen im ansteigenden Gelände geforderte Einsatz von Hubschraubern soll eine noch bessere Breitenarbeit ermöglichen und der Maikäferbekämpfung den erwarteten Erfolg bringen. Ist die unzureichende Geräteausstattung (das Fehlen von Hubschraubern) wirklich die Ursache dafür, daß die Maikäferbekämpfung wiederum in einen Engpaß geriet? über die ITZEROTT (33) ganz allgemein schreibt: „Die Maikäferbekämpfung stellt wohl eine der schwierigsten Pflanzenschutzmaßnahmen überhaupt dar, und in einem kupierten, hügeligen Gelände ist es selbst bei bestem Wetter und unter Zuhilfenahme modernster Geräte und Bekämpfungsmittel, sowie mit einer glänzenden Organisation ungeheuer schwer, 95 % der Tiere rechtzeitig abzutöten." Liegt es etwa daran, weil wir bisher wichtige biologische Zusammenhänge und Erfahrungen aus früheren Bekämpfungsmaßnahmen kaum oder nur ungenügend beachteten, auf die BLUNCK (3) seinerzeit hingewiesen hat? In dem Aufsatz ist zwar nur von Sammelaktionen die Rede. Aber die Richtlinien besitzen auch heute noch für eine Maikäferbekämpfung mit chemischen Mitteln Gültigkeit. „Die Fangtätigkeit", so lesen wir da, „muß so energisch gefördert werden, daß nach zwei Wochen alle Fraßplätze mehrmals gründlich abgesammelt sind, und sie muß bis zum Ende der Schwarmzeit, solange Käfer in größeren Mengen vorhanden sind, energisch fortgeführt werden" (S. 274). An anderer Stelle schreibt BLUNCK vom „schlagartigen Einsatz" und „energischen Durchhalten bis zum Schluß". Es hat den Anschein, als ob diesen nahezu selbstverständlichen Forderungen zu wenig Beachtung geschenkt und dagegen weit größere Sorgfalt auf die Auswahl von Bekämpfungsmitteln und -geräten gelegt wurde. Die geforderte und später zu sehr betonte lange Wirksamkeit der Präparate verleitete dazu, die Maikäferbekämpfung nur mit einem einzigen Bekämpfungsdurchgang auszuführen, der bei etwas unpassender Witterung nie den erforderlichen Abgang von mindestens 95 % bringen konnte. Während der Blattentwicklung nimmt auch der Anteil begifteter Blattmassen in schnellem Umfang ab, so daß die neu zufliegenden Käfer mit den vor Tagen ausgebrachten Insektiziden kaum noch in Berührung kommen können. Auch dem Aktionsbeginn wurde bisher nicht die erforderliche Sorgfalt und Aufmerksamkeit geschenkt, der nach VOGEL (82) dann einzusetzen hat, wenn das Geschlechtsverhältnis der zuerst in Überzahl vorhandenen Männchen ausgeglichen ist, etwa 1 : 1 beträgt, und die Eireife der Weibchen erkennbar wird. Auf den Zustand der Blattentwicklung und auf die evtl. noch ausstehenden Nachflüge darf dann keine Rücksicht genommen werden, sobald der biologisch richtige Augenblick für die Beseitigung der ersten Waldflüge gekommen ist. Sollte der Beobachtungsdienst und Spürdienst, der diese biologischen Zusammenhänge zu überwachen hat, nach kurzer Zeit wiederum Zusammenballungen von Käfermassen an den Anflugfronten entdecken, ist die Bekämpfung zu wiederholen. Eine enge Zusammenarbeit dieser beiden Arbeitsgruppen, Spürdienst und Bekämpfungsdienst (8), ist bei der Durchführung einer Maikäferbekämpfung unerläßlich und wird logischerweise zunächst zur Folge haben, daß mehr Geräte benötigt und mehr Bekämpfungsmittel als bisher verbraucht werden. Das energische Durchhalten bis zum Schluß wird dem Erfolg zugute kommen

und eine zusätzliche Engerlingsbekämpfung ersparen, die sonst die Rentabilität einer Maikäferbekämpfung in Frage stellt (31).

### Ausmaß der Engerlingsschäden in Steinfurth und die Vorbereitung für eine Maikäferbekämpfung

Von einer nach diesen Gesichtspunkten ausgerichteten Maikäferbekämpfung in Steinfurth/Bad Nauheim soll hier berichtet werden. Die technische Durchführung dieser Aktion lag in den Händen der Chemischen Fabrik Gebr. Borchers A. G., Goslar. Die biologischen Beobachtungen wurden vom Berichterstatter im Auftrag des Pflanzenschutzamtes wahrgenommen. Da zur selben Zeit vom Pflanzenschutzamt im Landkreis Dieburg (Reg.-Bez. Darmstadt) eine größere Maikäferbekämpfung durchgeführt wurde, konnten in Steinfurth keine eigenen Geräte eingesetzt werden.

Die Gemeinde Steinfurth ist weit über die Grenzen Hessens durch die ausgedehnten Rosenkulturen bekannt. Etwa 150 Betriebe haben sich im Haupt- und Nebenerwerb der Rosenvermehrung verschrieben und tragen auf ihre Art dazu bei, die an sich durch die bewaldeten Hügel reichgegliederte Landschaft noch durch die blühenden Rosenkulturen im Sommer zu beleben. Diese als Farbflecke weithin leuchtenden Pflanzungen greifen heute schon auf die Nachbargemeinden Wisselsheim, Oppershofen, Nieder-Mörlen, Bad Nauheim und Södel über, die mit der Gemeinde Steinfurth den größten Schädling der Landeskultur gemeinsam haben, den Feldmaikäfer (*Melolontha melolontha* L.).

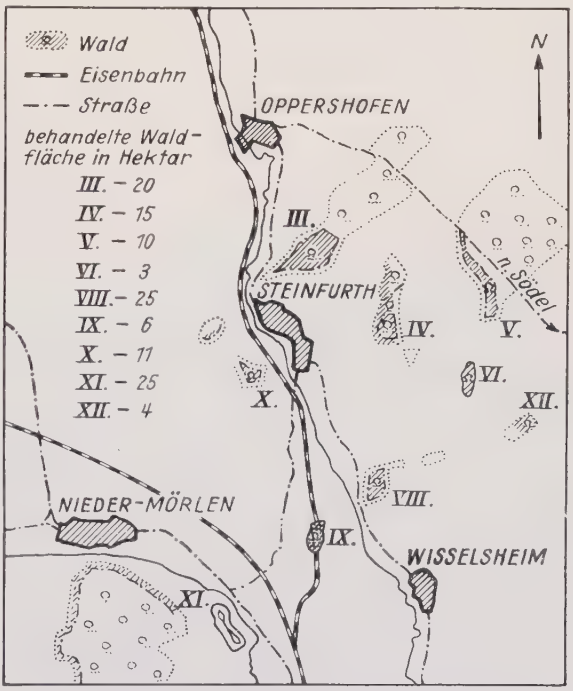



Abb. 1. Übersicht über das Befallsgebiet.
Maikäferbekämpfung 1952, Bad Nauheim Steinfurth

Die bewaldeten Hügel der Steinfurther Gemarkung werden größtenteils seit Jahren als Eichenschälwälder genützt und vom Maikäfer während der Flugzeit als Fraßplätze geschätzt. Auch der Eichenbestand der nahegelegenen Hochwälder im Nordosten (Nr. V) und im Südwesten (Nr. XI) übt hypsotaktisch (57) auf den Käfer während seiner Schwarmzeit großen Einfluß aus. Maikäfer fliegen hier in jedem Jahr. Zur Zeit hat der Stamm des Feldmaikäfers mit dreijähriger Entwicklung und mit den Flugjahren 1952, 1955 usw. die größere Bedeutung.

Über das Ausmaß der Engerlingsschäden der Jahre 1950/51 an landwirtschaftlich- und gärtnerisch genutzten Kulturen fehlte uns jede Vorstellung und wertmäßige Angabe. Wir benötigten sie für die Durchführung der Maikäferbekämpfung nicht unbedingt und hätten uns mit dem Hinweis des Bürgermeisters der Gemeinde Steinfurth begnügen können, daß das Ausmaß der Schäden DM 20 000,— übersteigt. Im Hinblick aber auf eine Rentabilitätsberechnung stellten wir genaue Erhebungen an. Danach beliefen sich die Ertragsausfälle bei Rosen allein in der Gemarkung der Gemeinde Steinfurth, auf einer Fläche von 12,6 ha, auf DM 90040,—. Bei dieser Gelegenheit erfaßten wir auch die Ertragsverluste an Hackfrüchten der Gemischtbetriebe (Landwirtschaft und Gartenbau). Größere Ertragseinbußen an Kartoffeln wurden von diesen Betrieben auf Teilflächen mit insgesamt 7,35 ha in Höhe von DM 4246,— und an Rüben auf Teilflächen von insgesamt 10,28 ha mit DM 9820,— angegeben. Die nachstehende Zusammenstellung bringt noch Einzelheiten über die Anbaugefährdung in den zu den Eichenschälwäldern gehörenden Gewannen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann.

Engerlingsschäden an Rosen, Kartoffeln und Rüben im Jahre 1951 (Steinfurth)

| Lfd. Nr. | im Gewann der zugeordneten Eichenschälwälder | | an Rosen DM | in % | an Kartoffeln DM | in % | an Rüben DM | in % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Eichwald | III | — | — | — | — | — | — |
| 2 | Södeler Berg | IV | 23 700,— | 25,7 | 1 075,— | 21,5 | 1 810,— | 30,6 |
| 3 | Södeler Wald | V | 4 640,— | 34,7 | 1 171,— | 27,5 | 1 910,— | 30,3 |
| 4 | Hainberg | VI | 9 000,— | 34,1 | 530,— | 33,1 | 2 350,— | 28,4 |
| 5 | Sauerbrunner Wald | VIII | 19 000,— | 22,7 | 300,— | 33,3 | 2 430,— | 25,8 |
| 6 | Rotlauftanne | IX | 7 640,— | 23,5 | — | — | 480,— | 11,8 |
| 7 | Lochtanne | X | 18 420,— | 21,8 | 1 170,— | 18,6 | 840,— | 12,7 |
| 8 | Frauenwald | XI | 6 990,— | 34,1 | — | — | — | — |
| 9 | Tiergarten | | 650,— | 15,3 | — | — | — | — |
| | | | 90 040,— | 23,7 | 4 246,— | 23,5 | 9 820,— | 21,7 |
| | | auf | 12,6 ha | | 7,4 ha | | 10,3 ha | |

Bei Durchsicht dieser Zahlenangaben stimmen wir mit NOLL (79) nicht ganz darüber überein, daß, wie er behauptet, „die durch Engerlingsfraß verursachten Ertragsverluste in Höhe von 20—25 % von den Landwirten im allgemeinen nicht bemerkt werden." Nach unseren Ermittlungen scheint die kritische Verlustgrenze, die von den Bauern als Schadeinwirkung noch erkannt wird, bei 10 % zu liegen. Wir müssen allerdings zugeben, daß zur Intensivierung von Pflanzenschutzmaßnahmen auch ein besseres Erkennen von Ertragsverlusten notwendig ist. KÜTHE (39) zeigt sehr eindrucksvoll, daß Engerlingsschäden von 5—10 % für wenige Gemeinden bereits Millionenverluste bedeuten. Wenn wir für die wirtschaftlich wertvollsten Kulturen der Steinfurther Gemarkung einen Ertragsausfall von 5 % und nur für 1 Jahr annehmen, was nach unseren Erhebungen als durchaus gerechtfertigt erscheint, so müssen zu den Ertragsverlusten bei Rosen in Höhe von DM 90 040,— noch mindestens DM 90 880, —als Ertragsausfälle an landwirtschaftlichen Kulturen hinzugerechnet werden, wie aus nachstehender Übersicht hervorgeht.

| Kulturart | Anbaufläche ha | ø Ertrag pro ha/dz | Preis je dz/DM | Ertragswert insgesamt DM |
|---|---|---|---|---|
| Rüben | 82 | 800 | 4.— | 262 400.— |
| Kartoffeln | 102 | 300 | 10.— | 306 000.— |
| Luzerne | 99 | 100 | 13.— | 128 700.— |
| Winterweizen | 153 | 40 | 40.— | 244 800.— |
| Hafer | 76 | 35 | 32.— | 851 200.— |
| Gerste | 20 | 35 | 35.— | 24 500.— |
| Zusammen | 532 | | | 1 817 600.— |

5 % Schaden bei einer Anbaufläche von 532 ha ergeben einen Ertragsverlust von DM 90 880,— in einem Jahr.

Natürlich hatten auch die Nachbargemeinden nach Lage ihrer Felder zu den Eichenschälwäldern und Hochwäldern ebenfalls große Ertragsverluste. Sie konnten jedoch, abgesehen von Nieder-Mörlen, für eine gemeinsame Maikäferbekämpfung an den Waldfronten nicht gewonnen werden. Das war um so betrüblicher, weil der bisher günstige „topographische Index" (28) in diesem Gebiet, das Verhältnis von Waldrand zur geschützten Kulturfläche, für keine Gemeinde eine große finanzielle Belastung verursacht hätte. Durch die Absage von 3 Gemeinden hatte sich jedoch die finanzielle Disposition der Firma Gebr. Borchers A.G. völlig verändert. Wenn an dem ursprünglichen Umfang der Aktion zum Schutze der gefährdeten Kulturflächen festgehalten werden sollte, mußten die personellen Kosten zugunsten der Sachkosten eingeschränkt werden. Dies bedeutete praktisch, daß die Einheiten der Firma Borchers nur für die eigentliche Bekämpfungszeit nach Steinfurth kommen konnten. Dafür übernahm das Pflanzenschutzamt Frankfurt die Terminbestimmung für den Aktionsbeginn und die Überwachung der Waldfronten nach Abschluß der Bekämpfungszeit, um gegebenenfalls noch Nachbehandlungen vornehmen zu können.

### Die Überwachung der ersten Waldflüge

Am 16. April beobachteten wir die ersten etwas stärkeren Einflüge im Bekämpfungsgebiet und bemerkten, daß der Abschnitt IV von allen Eichenschälwäldern dabei besonders bevorzugt wurde, obwohl ein deutlicher Vegetationsvorsprung nirgends zu erkennen war. Der Befallsunterschied wurde vermutlich von der unterschiedlichen Bodenerwärmung der zugeordneten Brutplätze ausgelöst, die auf den nach Süden geneigten humosen Lehmboden früher einsetzte als auf den feuchten Wiesen längs der Wetter. Die gehörten, wie wir später feststellten, zum Einzugsgebiet der Eichenschälwälder Nr. III und Nr. VIII.

Die Zuflüge in den einzelnen Abschnitten verfolgten wir täglich und ermittelten in mehreren Stichproben den jeweiligen Anteil von Männchen und Weibchen, um Anhaltspunkte für einen evtl. bevorstehenden Abschluß der Zuflüge und damit auch

Übersicht über die ersten Waldflüge

| Datum | Quartier | Verhältnis ♂ : ♀ |
|---|---|---|
| 18. 4. | IV | 7 : 1 |
| 19. 4. | IV | 4 : 1 |
| 20. 4. | IV | 4 : 1 |
| 21. 4. | IV | 1,5 : 1 |
| 22. 4. | IV | 1,1 : 1 |
| 23. 4. | IV | 1 : 1 |
| 23. 4. | VIII | 1,8 : 1 |
| 23. 4. | IX | 1,3 : 1 |
| 23. 4. | X | 2 : 1 |
| 24. 4. | IV | Bekämpfungsbeginn |

Anhaltspunkte für den Beginn der chemischen Bekämpfung zu erhalten. Eine Zusammenfassung dieser Notizen ist in der folgenden Übersicht wiedergegeben.

Sie zeigt, wie die anfangs in Mehrzahl vorhandenen Männchen bei weiteren Zuflügen bis zum Ausgleich (1 : 1) abnehmen. Solche Auszählungen besaßen für uns durch die uneingeschränkt möglichen Stichproben eine viel größere Zuverlässigkeit als die Grabungen in der Feldflur, die großen Zeitaufwand erforderten und brauchbare Ergebnisse nur erhoffen ließen, wenn bei den Bodenproben zufällig ein umgebrochenes Luzernefeld getroffen wurde. Wir stellten deshalb die Grabungen bereits nach zwei Tagen wieder ein.

Die erste Einflugperiode ist in folgendem Diagramm zusammengefaßt:

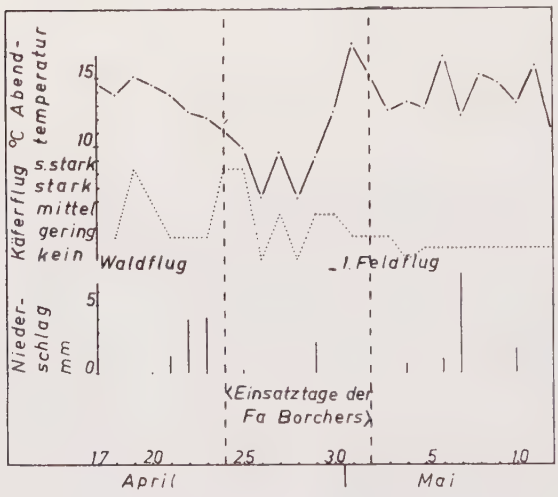



Abb. 2. Maikäferbekämpfung 1952 Steinfurth / Bad Nauheim

**Wetterübersicht**

Das Wetteramt Frankfurt a. M. überließ uns freundlicherweise die Aufzeichnungen der 3 km von Steinfurth entfernten Klimastation Bad Nauheim. Danach fielen die ersten Waldflüge, abgesehen von dem kurzfristigen Temperaturrückgang am 26.—28. 4., in eine verhältnismäßig günstige Wetterperiode.

Das Wetteramt hat un auch auf Anfrage wertvolle Auskünfte während der Bekämpfungszeit erteilt, die sichere Dispositionen für den Fortgang der Bekämpfung ermöglichten. Wir möchten die Prognosen bei künftigen Bekämpfungsmaßnahmen nicht mehr missen und dem Wetteramt Frankfurt a. M. auch an dieser Stelle für die zuverlässigen Auskünfte danken.

**Zeitgerechter Einsatz von Geräten und Mitteln zur Maikäferbekämpfung**

Wir waren nach dem Stande unserer Auswertungen vom 23. 4. der Meinung, daß mit einem baldigen Ausgleich an allen Fronten zu rechnen war und die Bekämpfungsmaßnahmen in Kürze beginnen müßten.

Die herangeführten Einheiten bestanden aus zwei Motorverstäubern, (Herzynia II), zwei vierdüsigen Nebelgeräten (AK 200) und einem Allzweckgerät, das auch als eindüsiges Nebelgerät zur Behandlung von Einzelbäumen zu verwenden war. Mit dieser Geräteausstattung konnte auch unter unsicheren Wetterverhältnissen gearbeitet und damit dem eigentlichen Auftrag Rechnung getragen werden, für den bedeutenden Hackfruchtanbau in Nieder-Mörlen und für die intensiven landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturen in Steinfurth wieder anbauwürdige Verhältnisse zu schaffen. Eine starke Ausgangspopulation durfte nicht nur dezimiert, sie mußte im Interesse des für Steinfurth wichtigen Rosenanbaues vernichtet werden. Dieses Ziel war erreicht, wenn die für Baumschulkulturen kritischen Engerlingszahlen (1—2 Engerlinge/qm) durch Kontrollgrabungen

nachgewiesen wurden. Herr Dr. Salaschek als Beauftragter der Firma Gebr. Borchers A.G. war sich dieser Verantwortung bewußt und hat mit großem Eifer und Geschick die Bekämpfung durchgeführt und sich schon dadurch eine besondere Anerkennung der an einem guten Bekämpfungsverlauf interessierten Anbauer gesichert.

Trotzdem für den 25. und 26. 4 noch rückläufige Temperaturen angekündigt waren, konnten die Bekämpfungsmaßnahmen infolge der beginnenden Eireife der Feldmaikäferweibchen im Bekämpfungsabschnitt IV nicht länger aufgeschoben werden. Der Einsatz der Nebelgeräte und die Verwendung einer D D T + H C H - Nebellösung ergab sich im Hinblick auf die angekündigten Wetterverhältnisse wie von selbst. Diese kombinierte Wirkstofflösung sollte eine sofortige Bereinigung des Schälwaldes bringen und auch die weiteren Zuflüge aus den im Norden vorgelagerten Brutplätzen vernichten. Der Erfolg war zunächst überzeugend. Der gesamte Käferbesatz kam schnell zu Boden; das Absterben der Käfer zog sich jedoch mehrere Tage hin. Die beabsichtigte nahezu selbsttätige Bereinigung dieses Quartieres von Nachflügen durch den regenfesten D D T -Belag blieb allerdings aus. Die Käfer wurden nur teilweise geschädigt. Sie führten mittags einen wirren Kronenflug und abends, ohne Eireife zu besitzen, auch ungerichtete Feldflüge durch. Es war anzunehmen, daß der Giftbelag durch den sich täglich steigernden Austrieb überbrückt wurde und nicht mehr zur vollen Wirkung kommen konnte. Auch aus der Literatur wissen wir, daß nur ein Dauerkontakt von 5 Stunden auf den Maikäfer tödlich wirkt (83) und anscheinend unter solchen Verhältnissen nicht mehr im vollen Umfange zustande kam.

Um die etwas verworrene Situation zu klären, war eine Nachbehandlung mit Gamma - H C H -Staub erforderlich. Sie gelang mit bestem Erfolg. Die Stäubegeräte halfen in diesem Falle. Sie bewährten sich bei der Behandlung der verhältnismäßig breiten Randzonen der Hochwälder und überall dort, wo ein Befahren der weitläufigen und unwegsamen Eichenschälwälder erschwert wurde und die von den beiden Motorverstäubern aufgerichtete, massierte Staubwolke durch auffrischenden Wind in die Bestände getragen werden mußte. Auf diese Weise konnte z. B. in den wegelosen Bekämpfungsabschnitten III und VIII über eine Entfernung von 100—150 m noch eine volle Wirkung mit Stäubemitteln erzielt werden. Wenn Bekämpfungsmaßnahmen bis zur beginnenden Eireife hinausgezögert werden, um die Käfermassen möglichst vieler Einflugtage mitzuerfassen, müssen zur Bereinigung der Befallsflächen leistungsstarke Geräte zur Verfügung stehen. Diese Forderung erfüllen am besten die Motorverstäuber. Sie sind den Sprühgeräten nicht nur in der Tiefenwirkung, sondern auch in der Flächenleistung überlegen.

Der Bekämpfungserfolg mit Gamma - H C H -Mitteln war stets überzeugend und eindrucksvoll. Die in allen Quartieren anhaltenden Einflüge machten eine zweite, teilweise sogar eine dritte Behandlung erforderlich. Eine Nachbehandlung, vornehmlich in den Quartieren IV, V und VIII wurde vom Pflanzenschutzamt in der Zeit vom 6. bis 9. Mai durchgeführt. Der ausgedehnte Befall am Rande der Hochwälder (V und XI) erforderte stets eine Flächenbehandlung in der Breite von 50 bis 80 m. Circa 8 Tonnen

(7920 kg) Gamma-HCH-Staub und 200 Liter DDT-Gamma-HCH-Nebellösung wurden für eine mehrmalige, partielle oder totale Behandlung der Eichenschälwälder, sowie für die Randbehandlung der Hochwälder in einer Ausdehnung von 115 ha verbraucht. Diese Leistung entspricht einer einfachen Flächenbehandlung von 208 ha.

Unsere Beobachtungen reichen nicht aus, um an dieser Stelle ein abschließendes Urteil über die Vorzüge und Nachteile der verwendeten Bekämpfungsmittel abzugeben. Wir möchten nur zu bedenken geben, daß in den letzten Jahren erfolgreich abgeschlossene Bekämpfungsaktionen nur mit Gamma-HCH-Stäubemitteln durchgeführt wurden (2) (10) (8). Einige Eigenschaften der DDT-Mittel können sich bei einer Maikäferbekämpfung nachteilig auswirken: Der nach Wiesmann (83) unbedingt notwendige fünfstündige Dauerkontakt, die Thermoreversibilität und die langsame Abtötung. Wir dürfen auch die abschreckende Wirkung der DDT-Mittel auf den Maikäfer nicht vergessen, die wie nachgewiesen (83), zur Verhinderung von Schadfraß an Steinobstbäumen recht vorteilhaft sein kann, aber am Waldrand leicht dazu führt, daß die Käfer ins Waldinnere abgedrängt werden. Dadurch werden die Bekämpfung und die Übersicht über den Bekämpfungserfolg erschwert. Die den DDT-Mitteln eigene Dauerwirkung wird nach den in Steinfurth gesammelten Erfahrungen nur nach einem nahezu abgeschlossenen Austrieb zur Geltung kommen.

### Nachprüfung des Bekämpfungserfolges

a) im Vorfeld eines total behandelten Schälwaldes

Im Spätsommer des Flugjahres, Ende August 1952, begannen wir mit den Grabungen auf den nach Westen vorgelagerten Brutplätzen des Eichenschälwaldes X. Hier, auf dem weiträumigen Vorfeld, hatten Sämlinge und Veredlungen der Rosenzuchten 1950 und 1951 stark unter Engerlingsfraß gelitten. Aus diesen Feldern waren auch die durch zwei Bodenwellen zu dichten Schwärmen gedrängten Feldmaikäfer gekommen und hatten nach ihrem Durchbruch am Waldrand von der 10 ha großen Waldfläche im abfallenden Gelände Besitz ergriffen. Eine flächenmäßige, diagonale Auswertung nach zwei totalen Behandlungen mit Gamma-HCH-Staub ergab einen Totenfall von 131 Käfern pro Quadratmeter.

Nach einem für alle folgenden Grabungen, auch in anderen Quartieren, gültigen Schema wurden die Bodensondierungen von je einem Quadratmeter Größe im Abstand von 100×50 m reihenweise bis 600 m vom Waldrand und in diesem Quartier vornehmlich nach Westen, Süd- und Nordwesten vorgetragen. Der Reihenabstand von 100 m ließ im nächsten Jahr eine entsprechende Wiederholung mit halber Entfernung (50 m) zu. Einhundert Proben zeigten hier einen durchschnittlichen Befall von 1,6 ($E_1/E_2$-) Engerlingen pro Quadratmeter, der unter der kritischen Befallszahl für Hackfrüchte lag und auch für den Rosenanbau als ungefährlich angesehen werden konnte. Im einzelnen ergab sich folgendes Bild: 64 Proben waren befallsfrei, 20 Grabungen zeigten einen Besatz von 1—3 ($E_1/E_2$-) Engerlingen und 16 Proben hatten einen Befall von mehr als drei Engerlingen.

b) im Vorfeld unbehandelten Waldrandes

Die Auswahl eines geeigneten Geländes für „Unbehandelt" wird immer als Kompromißlösung zustande kommen. Auch hier in Steinfurth gelang die Auswahl nicht zu unserer vollen Zufriedenheit. Es war möglich, daß der unbehandelte Südostrand des 130 ha großen Hochwaldes V von unseren Bekämpfungsmaßnahmen auf der Südwestseite des gleichen Waldes beeinflußt war, obwohl die Grabungen erst ab 600 m von der Südwestspitze angelegt wurden. Auch der Käferzuflug war seiner Zeit wesentlich schwächer als vor den behandelten Waldrändern. Aber es gab im Bekämpfungsgebiet sonst keine vergleichbaren topographischen Verhältnisse.

Auf dem nach Südosten gerichteten Vorfeld ermittelten wir mit 60 Grabungen einen Bafallsgrad von 7,7 ($E_1/E_2$-) Engerlingen pro Quadratmeter.

c) im Überschneidungsgebiet, wo behandelt und unbehandelt zusammenstießen

Auf dem Vorfeld der behandelten Südwestseite von V, das außerdem unter dem Einfluß von zwei weiteren Eichenschälwäldern IV und VI lag, erfaßten wir mit 210 Grabungen eine Fläche von 100 ha. Der durchschnittliche Besatz von 6,5 Engerlingen pro Quadratmeter zeigte uns aber, daß die Waldrandbehandlung auch in einer Breite von 60 m keine genügende Sicherheit gebracht hatte. Wenn sich die Gemeinde Södel an der Maikäferbekämpfung beteiligt hätte, wäre eine generelle Bereingiung auch der übrigen Waldränder möglich gewesen und hätte für alle Anliegergemeinden eine fühlbare Befallsminderung gebracht. Der geringfügige Unterschied zwischen „behandelt" (6,5 Engerlingen [$E_1/E_2$] pro qm) und „unbehandelt" (7,7 Engerlinge [$E_1/E_2$] pro qm) war hier zu teuer erkauft.

Übersicht über die Grabungsergebnisse auf dem Vorfeld der Südwestseite des Hochwaldes V und des Schälwaldes X

| Lfd. Nr. | Abschnitt V | | | | | | | Abschnitt X |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Feldfrucht | Zahl d. Proben | $E_1 + E_2$ | Engerlinge/qm | $E_1$ | $E_2$ | $E_2$ in % | $E_2$ in % |
| 1 | Luzerne | 36 | 463 | 12,8 | 447 | 16 | 3,5 | 75 |
| 2 | Sommergerste | 12 | 102 | 8,5 | 101 | 0 | — | 25 |
| 3 | Hafer | 22 | 150 | 6,8 | 139 | 11 | 7,5 | 0 |
| 4 | Rüben | 46 | 237 | 5,1 | 148 | 89 | 37,6 | 100 |
| 5 | Kartoffeln | 81 | 354 | 4,4 | 291 | 63 | 17,8 | 69 |
| 6 | Weizen | 13 | 61 | 4,7 | 61 | 0 | — | 25 |

Die bisherigen Grabungen lassen u. a. eine bestimmte Reihenfolge der für eine Eiablage bevorzugten Feldfrüchte erkennen (47) (61). Interessant ist aber auch, daß unsere Grabungen während der Häutungsperiode der $E_1$-Engerlinge stattfand, die außerdem in den einzelnen Abschnitten zu verschiedenen Zeitpunkten eingesetzt hatte. In der vorangehenden Tabelle wird der von uns angetroffene Entwicklungszustand im Bereich der Bekämpfungsabschnitte V und X vergleichsweise gegenübergestellt. Während die Häutung der $E_1$-Engerlinge im Abschnitt V gerade beginnt, stehen sie bei einigen Feldfrüchten (Rüben, Luzerne, Kartoffeln) im Abschnitt X unmittelbar vor dem Abschluß. Wir führen diese Diskrepanz auf die jeweils

vorherrschenden Bodenarten zurück. Auf den Feldern vor Abschnitt X überwiegen die milden Lehmböden, im Grabungsfeld vor Abschnitt V aber die schweren Lehm- und Tonböden. Aber auch die während der Sommermonate andauernde Trockenheit hat die Engerlings e n t w i c k l u n g stark beeinflußt, ohne den Befallsgrad selbst zu verringern. Auf den ausgedörrten Stoppelfeldern der Getreidearten war das Bodenleben nahezu erstarrt und auch die Engerlingsentwicklung zum Stillstand gekommen. Feldfrüchte, die mit zunehmendem Wachstum auch die Schattengare fördern und die Bodenfeuchtigkeit erhalten, z. B. Luzerne, Rüben, Kartoffeln, ermöglichten auch eine ungestörte Engerlingsentwicklung.

### Grabungsergebnisse auf den gleichen Feldern vom Herbst 1953

Als ab Mitte September bis Dezember Landregen auf Landregen folgte, mußten wir unsern Plan aufgeben, im gleichen Herbst noch weitere Befallskontrollen vor den übrigen Eichenschälwäldern durchzuführen. Die nachstehende Zusammenstellung vermittelt einen Überblick über die Niederschlagsverhältnisse während des Flugjahres:

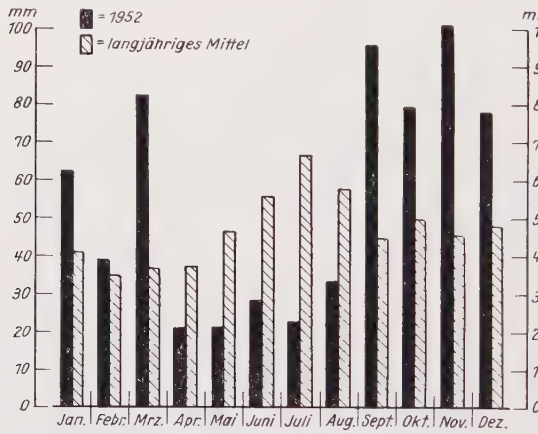



Abb. 3. Maikäferbekämpfung 1952. Monatsniederschläge von Bad Nauheim

Während die monatliche Niederschlagssumme im Sommer etwa um 50 % unter den im langjährigen Mittel notierten Regenmengen liegt, übersteigen die Niederschlagssummen der folgenden Monate das langjährige Mittel ungefähr um 100 %.

Unsere Grabungen nahmen wir im Herbst 1953 dort wieder auf, wo wir sie ein Jahr zuvor wegen der häufigen Regenfälle einstellen mußten. Im Vorfeld des Bekämpfungsabschnittes X hatten wir 1952 bei 100 Grabungen einen durchschnittlichen Befall von 1,6 ($E_1/E_2$-) Engerlingen pro Quadratmeter festgestellt. Dieser Befall war ein Jahr später auf 0,2 $E_3$-Engerlingen pro Quadratmeter, mithin um 86 % zurückgegangen! (70) Auch die übrigen Kontrollabschnitte zeigten innerhalb derselben Grabungsflächen und bei den Stichproben gleichen Umfangs einen Befallsrückgang von 83 bzw. 86 %, wie aus der nebenstehenden Zusammenstellung hervorgeht.

Mit solchen Überraschungen hatten wir keineswegs gerechnet. Nach dem Schrifttum wird nur dann eine stärkere Dezimierung des $E_2$-Engerlingsbefalls für möglich gehalten, wenn die Befallsdichte 20 Engerlinge pro Quadratmeter übersteigt (47). Sind nur fünf Engerlinge auf dem Quadratmeter vorhanden, soll der Rückgang etwa 20 % betragen. Ganz anders verläuft die Reduktion des Engerlingsbesatzes in Steinfurth vom ersten zum zweiten Engerlingsjahr. Hier kann also nicht mehr von einer normalen Verringerung des Befalls gesprochen werden. Außerordentliche und wider-

natürliche Umstände müssen bei den Befallsrückgängen mitgewirkt haben. Nach meiner Meinung hat hier der anomale Wetterverlauf sowohl im Sommer des Flugjahres als auch im Herbst entscheidend dazu beigetragen, den natürlichen Abgang von 20 % auf 86 % zu steigern. Vereinzelt fanden wir im September 1953 schwarzgefärbte, kranke Engerlinge, wie sie bereits von ECKSTEIN (12) beschrieben wurden. Als wir einen Monat später, im November 1953, die Grabungen wiederholten, betrug der Anteil erkrankter Engerlinge noch 12 %. Die Epidemie war also trotz des bereits gelichteten Befalls noch nicht zum Stillstand gekommen. Vor unseren Augen spielte sich hier ein Zusammenbruch eines Massenwechsels ab, der anscheinend in erster Linie von klimatischen Faktoren ausgelöst wurde. Der auf behandelten und unbehandelten Parzellen nahezu gleichmäßige Rückgang um 83—100 % deutet darauf hin, daß unsere bisherigen Vorstellungen über den Zusammenbruch einer Population nach Bekämpfungsmaßnahmen ergänzungsbedürftig sind (28) (31) (68).

Nach Laborversuchen (26) sollten geschädigte Käfer noch zur Eiablage befähigt sein. Ein Kontrollversuch unter natürlichen Verhältnissen hatte bisher zu keinen positiven Ergebnissen geführt. Eine Eiablage durch geschädigte Käfer müßte sich durch Grabungen am Waldrand oder im Wald selbst nachweisen lassen.

Wir haben uns während der Flugzeit davon überzeugt, daß an den Waldflügen nur Feldmaikäfer beteiligt waren. Deshalb konnten wir hier am Waldrand auch nur Engerlinge des Feldmaikäfers finden. Eine Serie von 13 Proben innerhalb des Waldes mit einem Abstand von 50 m in der Reihe und 50 m vom Waldrand (Südwestseite von V) ergab einen durchschnittlichen Befall von 4 ($E_1/E_2$-) Engerlingen pro Quadratmeter. Eine zweite Serie mit 9 Proben, etwa 250 m vom gleichen Waldrand entfernt, zeigte einen durchschnittlichen Befall von 1,5 ($E_1/E_2$-) Engerlingen pro Quadratmeter. Es ist nach diesen Befunden anzunehmen, daß auch durch Bekämpfungsmittel geschädigte Käfer noch zur Eiablage befähigt sind. Als wir im September 1953 die Grabungen im gleichen Bekämpfungsabschnitt und nahezu in den gleichen Entfernungen vom Waldrand wiederholten, war der Engerlingsbesatz vollständig gelöscht. Es ist möglich, daß

Gesamtübersicht über die Grabungen 1952/1953

| Gewann | | ø m² 1952 $E_1/E_2$ | ø m² 1953 $E_3$ | Zahl der Proben | 1952 $E_1/E_2$ | 1953 $E_3$ | Differenz | Abgang in % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Södeler Berg | V | 6,5 | 0,89 | 210* | 1 370 | 186 | 1 184 | 86 |
| Lochtanne | X | 1,6 | 0,2 | 100* | 157 | 22 | 135 | 86 |
| Unbehandelt | V | 7,7 | 1,3 | 60* | 462 | 78 | 384 | 83 |
| Sauerbrunner Wald | VIII | — | 0,2 | 107 | — | 23 | | |
| Rotlauftannen | IX | — | 0,3 | 73 | — | 24 | | |
| Frauenwald | XI | — | 0,3 | 212 | — | 69 | | |
| Waldrand (50 m) | V | 4 | 0,0 | 13* | 53 | 0 | 53 | 100 |
| Waldrand (250 m) | V | 1,5 | 0,0 | 9* | 14 | 0 | 14 | 100 |
| Waldrand (250 m) (Schonung) | V | 24 | 1,4 | 8* | 193 | 11 | 182 | 94 |

Die mit einem * versehenen Proben wurden im Jahre 1953 im gleichen Umfange wiederholt.

der hohe Humusgehalt des Waldbodens (54) und die besonderen klimatischen Verhältnisse auf die völlige Dezimierung des Engerlingsbesatzes eingewirkt haben. (Erkrankte Engerlinge wurden dem Institut für biologische Schädlingsbekämpfung der Biologischen Bundesanstalt, Darmstadt zur Untersuchung übergeben).

**Engerlingsgrabungen vor den Bekämpfungsabschnitten VIII, IX und XI im Jahre 1953**

Im Herbst 1952 haben uns die anhaltenden Niederschläge gezwungen, die Grabungen vor den übrigen Bekämpfungsabschnitten einzustellen. Damals zeigten die zu dem Eichenschälwald X gehörenden Felder bei 100 Grabungen einen durchschnittlichen Befall von 1,6 ($E_1/E_2$-)Engerlingen pro Quadratmeter. Im Jahre 1953 war der Befall auf 0,2 Engerlinge ($E_3$) zurückgegangen.

Hier, wie vor den übrigen Bekämpfungsabschnitten, hatten wir die Maikäferbekämpfung mit der gleichen Intensität durchgeführt und glaubten, weil auch der Eichenschälwald X besonders stark beflogen war, auf einen gleich hohen Befallsrückgang in allen übrigen Bekämpfungsabschnitten rechnen zu können:

Auf den zu dem Bekämpfungsabschnitt VIII gehörenden Kulturflächen ermittelten wir mit 107 Proben einen durchschnittlichen $E_3$-Befall von 0,2. Im Abschnitt IX wurde mit 73 Proben ein Durchschnittswert von 0,3 $E_3$-Engerlingen festgestellt. Vor dem Hochwald in Nieder-Mörlen führten wir insgesamt 212 Grabungen durch, die einen durchschnittlichen Befall von 0,3 $E_3$-Engerlingen pro Quadratmeter ergaben.

Nach diesen Ergebnissen kann man auch in diesen Abschnitten (VIII, IX und XI) von einer erfolgreich verlaufenen Maikäferbekämpfung sprechen. Das nunmehr für die Gemarkung Steinfurth und Nieder-Mörlen vorliegende Befallsbild läßt erkennen, daß die im Jahre 1952 durchgeführte Maikäferbekämpfung das gesteckte Ziel erreicht hat und den Engerlingsbefall erheblich vermindern konnte. Der Anbau von Hackfrüchten und Baumschulkulturen (Rosen) ist bis zum nächsten Flugjahr (1955) dieses Feldmaikäferstammes in nahezu allen Gemarkungsteilen der Gemeinden Steinfurth und Nieder-Mörlen wieder möglich und mit nennenswerten Ertragsausfällen kaum zu rechnen.

| | |
|---|---|
| Die Firma Gebr. Borchers A.G., Goslar hat den Gemeinden Nieder-Mörlen und Steinfurth für die Lieferung von 7 t Hexatox-Staub und 200 l DDT + HCH-Nebellösung unter Anrechnung einer Leihgebühr für die Bekämpfungsgeräte, sowie für die technische Durchführung der Bekämpfung einen Betrag von DM 8 600,— in Rechnung gestellt. Das Pflanzenschutzamt führte die biologische Beobachtung und bei gleichzeitiger Lieferung von 920 kg Hortex-Stäubemittel auch eine Nachbehandlung in mehreren Bekämpfungsabschnitten durch. Diese Lieferung und Leistung ist mit DM 1 400,— in Rechnung zu stellen. | DM 8 600,— |
| | DM 1 400,— |
| Gesamtsumme | DM 10 000,— |

Mit diesem Kostenaufwand wurde eine ausgedehnte Waldbehandlung (115 ha) durchgeführt und dadurch eine Kulturfläche von 1 800 ha vor Engerlingsbefall geschützt, die sich auf die Gemeinden Steinfurth mit 800 ha (100 % der Anbaufläche), Nieder-Mörlen mit 450 ha (100 %), Oppershofen mit 300 ha (50 %), Wisselsheim mit 150 ha (50 %) und Södel mit 100 ha (15 %) verteilt. Ein Hektar Kulturland hätte man demnach mit DM 5,60 belasten müssen. Mit der Durchführung der Bekämpfung und Übernahme der Bekämpfungskosten hatten sich aber nur die Gemeinden Steinfurth und Nieder-Mörlen einverstanden erklärt. Dadurch wurde ein Hektar Kulturland dieser beiden Gemeinden mit DM 8,—, statt DM 5,60 belastet. Im Hinblick auf die hohen Ertragseinbußen in Hackfrucht- und Baumschulkulturen, die allein in der Gemarkung der Gemeinde Steinfurth etwa DM 200 000,— betrugen, war die intensive Bekämpfung trotz der höheren Kosten, wenn man die früheren Berechnungen von Küthe (39), Gersdorf (21) und Zimmermann (89) als Vergleich heranzieht, doch gerechtfertigt.

Die genaue Beobachtung der Zuflüge und der Eireife erforderten eine gewisse Mehrarbeit. Aber allein dadurch war es möglich, die Neuzuflüge schwerpunktmäßig zu erfassen und termingerechte Bekämpfungsmaßnahmen durchzuführen.

### Beobachtungen über die Einwirkungen der Bekämpfungsmittel auf die Vogelwelt

Nach Absprache mit dem Pflanzenschutzamt beauftragte der Leiter der staatlich anerkannten Vogelschutzwarte von Hessen und Rheinland-Pfalz, Herr S. Pfeifer, Herrn Dr. Koch, Bad Nauheim, mit der Untersuchung über die Auswirkungen der Maikäferbekämpfung auf die Vogelwelt, um in diesem Zusammenhang Fragen von ganz allgemeinem Interesse zu klären:

1. Wie verändert sich der Insektenbestand?
2. Wie reagieren die Vögel, insbesondere die insektenfressenden Vögel auf die eventuelle Änderung des Insektenbestandes?
3. Wandern Vögel aus einem Bekämpfungsgebiet ab?
4. Werden Vögel (alt oder jung) tot aufgefunden?

Eingehende Untersuchungen hierüber wurden bereits 1948 und 1949 in der Schweiz in Verbindung mit größeren Maikäferbekämpfungsaktionen angestellt. Der kurzfristige Einsatz von D D T - Mitteln hatte keine nachteiligen Folgen für die Vögel gebracht (86). In Steinfurth sollten aber vorwiegend H C H - Mittel, gegebenenfalls bei unsicherem Wetter und unwegsamem Dickicht eine D D T + H C H - Nebellösung eingesetzt werden. Es war durchaus möglich, daß die Untersuchungen in Steinfurth zu anderen Ergebnissen hätten führen können. Im Hinblick auf die jeweils anders gearteten Biotope (Eichenschälwälder, Hochwälder) wurden die Bestandserhebungen in mehreren Quartieren, IV (Södeler Bergwald), VIII (Sauerbrunner Wald), IX (Rotlauftannen) und XI (Frauenwald) durchgeführt und die Beobachtungen nach einem festgelegten Zeitplan eingehalten.

1. Vor der Bekämpfung.
2. Nach der Bekämpfung: a) nach etwa 24 Stunden,
   b) nach 3 Tagen,
   c) nach 7 Tagen,
   d) nach 14 Tagen,
   e) nach 21 Tagen.

Für die Ermittlung der Flächendichte des Insektenbestandes wurde in den gleichen Quartieren je eine Versuchsfläche von einem Quadratmeter Größe auf unbewachsenem Boden unmittelbar am Waldrande abgesteckt und wie vorgesehen kontrolliert:

1. Vor der Bekämpfung.
2. Nach der Bekämpfung: a) nach etwa 5 Stunden,
   b) nach etwa 10 Stunden,
   c) nach 3 Tagen,
   d) nach 7 Tagen.

## Ergebnis

Weder der HCH-Wirkstoff des Stäubemittels Hexatox (Hortex) noch die kombinierte Wirkstofflösung (DDT + HCH), wie sie für die Nebelgeräte verwendet wurde, haben auf die Vögel nachteilig eingewirkt. Die geringfügigen Schwankungen des Bestandes während der Beobachtungszeit sind im Hinblick auf die grundsätzliche Feststellung bedeutungslos, daß weder eine Abwanderung noch sonstige Vögelverluste nachgewiesen werden konnten. Lediglich ein Fasan-Huhn zog sich aus dem behandelten Teil des Quartieres IV in den angrenzenden unbehandelten Abschnitt zurück und verblieb dort.

Über die Wirkung in den mit DDT + HCH-Nebellösung behandelten Quartieren schreibt Dr. Koch: „Auch die angeblich sehr lang anhaltende Wirkung des Nebelverfahrens scheint in der Natur anders auszusehen als im Labor. Jedenfalls habe ich bei Kontrollen und späteren Begehungen meines Versuchsgebietes IV schon wenige Tage nach durchgeführter Bekämpfung zahlreiche völlig gesunde und normal erscheinende Insekten beobachten können." Mit dieser ganz allgemeinen Bemerkung wird unsere bereits oben geschilderte Beobachtung ergänzt, daß während der Blattentwicklung mit der DDT-Nebellösung keine nachhaltige Wirkung erzielt werden kann.

## Schlußbetrachtung

Die kritischen Engerlingszahlen für Hackfrüchte und Baumschulkulturen bedeuteten für die Planung einer Maikäferbekämpfung in der Gemarkung der Gemeinde Steinfurth, daß die Bekämpfungsmaßnahmen auf eine Vernichtung der vorhandenen Maikäferpopulation abgestellt werden mußten. Die Gemeindeverwaltungen von Steinfurth und Nieder-Mörlen hatten sich leider erst im Januar des Flugjahres für die Durchführung einer Maikäferbekämpfung entschieden. Es war also zu spät oder nur mit großen Schwierigkeiten verbunden, verläßliche Engerlingskarten durch Grabungen herzustellen und wiederum zwecklos, ohne diese Unterlagen die von GERNECK (19) empfohlenen Grabungen durchzuführen, um daraus Beginn und Ende der ersten Waldflüge abzuleiten. Auch die Auswertung der

Schlupflochhäufung, wie sie von THIEM (81) in Vorschlag gebracht wird, konnte aus dem gleichen Grunde nicht berücksichtigt werden. Und trotzdem war es notwendig, den Aktionsbeginn möglichst exakt zu ermitteln: Je länger dieser Tag hinausgezögert wird, um so größer muß die Ausbeute bei gleichem Aufwand an Bekämpfungsmitteln werden. Eine zweite oder eine dritte Behandlung ist meist noch erforderlich, weil erfahrungsgemäß die Einflugzeit durch Kälteeinbrüche von unberechenbarer Dauer sich etwa 3—4 Wochen hinzieht.

Die Notwendigkeit, die Bekämpfungsmaßnahmen auf die Vernichtung der vorhandenen Maikäferpopulation abzustellen und dafür nicht mehr Bekämpfungsmittel als unbedingt notwendig zu verbrauchen, führte uns zur ständigen Beobachtung der Einflüge während der Dämmerung und ihrer Auswertung am folgenden Tage, wie sie VOGEL (82) empfiehlt. Dadurch gewannen wir eine vorzügliche Übersicht über die Einflugstärken in den einzelnen Quartieren und besaßen am folgenden Tage die Möglichkeit, den Anteil von Männchen und Weibchen zu ermitteln und schließlich bei beginnender Eireife die Bekämpfungstermine für die einzelnen Quartiere genau festzulegen. Der Gerätepark mußte dem Bekämpfungsauftrag und dieser Terminbestimmung angepaßt werden. Es gehören leistungsstarke Geräte dazu, um kurzfristig die Quartiere der Befallsstärke und -tiefe entsprechend behandeln zu können.

Für die Waldrandbehandlung der Hochwälder waren 2 Verstäuber und für die zum Teil buschartigen und unwegsamen Eichenschälwälder 2 vierdüsige Nebelgeräte der Firma Borchers vorgesehen. Außerdem stand ein eindüsiges Nebelgerät für die Behandlung der Steinobstbäume zur Verfügung. Die Geräteausstattung für die Aktion in Steinfurth kann im Verhältnis zu der für Behandlungen vorgesehenen Waldfläche (120 ha) als gut bezeichnet werden. Alle erfahrungsgemäß möglichen und notwendigen Vorbereitungen waren somit getroffen, um dem Bekämpfungsauftrag gerecht werden zu können.

Der beigegebenen Temperaturübersicht zufolge verlief die Aktion bei günstigen Wetterverhältnissen. Von den eingesetzten Geräten erreichten die Motorverstäuber die erforderlichen Höhen am Waldrand (15—20 m) und unter Ausnützung der Windverhältnisse auch die notwendige Tiefenwirkung in den unwegsamen Eichenschälwäldern.

Nach unseren Erfahrungen kommt es weniger auf nachhaltig wirkende, sondern auf sofort wirksame Bekämpfungsmittel an. Der Bekämpfungserfolg muß nach wenigen Stunden erkennbar sein, um gegebenenfalls eine Nachbehandlung vornehmen zu können. Die H C H - Mittel haben sich in Steinfurth am besten bewährt. Die den D D T - Mitteln eigene Dauerwirkung wird auch bei der Verwendung von Nebellösungen kaum zur Geltung kommen. Die täglich rasch fortschreitende Laubentwicklung überdeckt die begifteten Blättchen zu schnell.

Der Engerlingsbefall konnte durch die intensiven Bekämpfungsmaßnahmen auf 1,6 ($E_1/E_2$)-Engerlinge pro Quadratmeter herabgedrückt und die für Baumschulkulturen kritische Befallszahl noch im Flugjahr erreicht werden. Nur dort, wo die Bekämpfungsmaßnahmen nicht umfassend genug an der zu schützenden Kulturfläche vorgetragen wurden, enttäuschten die Bekämpfungsergebnisse. Wenn man in einem größeren Befallsgebiet nur

eine verhältnismäßig kleine Kulturfläche vor Engerlingsbefall schützen will, müssen die Bekämpfungsmaßnahmen an den zugeordneten Waldfronten jeweils über 2 km hinaus vorgetragen werden.

In den darauffolgenden Jahren ging der Engerlingsbesatz um 83 % (bis 100 %) zurück. Diese auffällige Reduzierung der Befallsdichte steht anscheinend mit dem durch ungünstige Temperaturen und Bodenfeuchtigkeit herbeigeführten Zusammenbruch des Massenwechsels in enger Beziehung.

## Zusammenfassung

1. Fortlaufende und genaue biologische Beobachtungen bilden die Voraussetzung für eine planmäßige Maikäferbekämpfung. Hierzu gehören die Auswertung der Waldflüge und die Feststellung der beginnenden Eireife.

2. Kälteperioden von unberechenbarer Dauer reißen die Bekämpfungsmaßnahmen oftmals auseinander. Die Bereinigung der Kulturflächen wird deshalb selten mit einer Bekämpfungsmaßnahme gelingen. Ein bis zwei Wiederholungen müssen von Anfang an vorgesehen werden. Es empfiehlt sich, bei der Kalkulation einer Maikäferbekämpfung einen Betrag von DM 100,— für die Behandlung einer Waldfläche von 1 ha einzusetzen. Dadurch wird es möglich sein, auch notwendige Nachbehandlungen durchzuführen.

3. „Das energische Durchhalten bis zum Schluß" ist genauso wichtig, wie der „schlagartige Einsatz" zu Beginn der Bekämpfung.

4. Die Gamma-HCH-Stäubemittel erfüllen nach unseren Erfahrungen die an ein Bekämpfungsmittel gestellten Forderungen am besten.

5. Die Erfolgskontrollen besagen, daß der Engerlingsbefall auf 1,6 Engerlinge pro Quadratmeter gesenkt wurde. Nur dort, wo die Bekämpfungsmaßnahmen nicht umfassend genug vorgetragen wurden, enttäuschten die ermittelten Befallszahlen. Soll eine Kulturfläche innerhalb eines Befallsgebietes geschützt werden, müssen alle Baum- und Waldbestände im Umkreis von 2 km in die Bekämpfungsmaßnahmen einbezogen werden.

6. Das in Steinfurth angewandte schachbrettartige Grabungssystem gestattete im 1. Engerlingsjahr eine einwandfreie Überprüfung des Bekämpfungserfolges, im 2. Engerlingsjahr durch Versetzen der Grabungsreihen um 50 m eine Bestimmung des natürlichen Abganges an Engerlingen.

7. Die Wiederholung von Grabungen auf dem gleichen Feld erwies sich als zweckmäßig, um ganz allgemein den Bekämpfungserfolg sicherer beurteilen zu können.

8. Die stark rückläufige Befallsdichte im zweiten Engerlingsjahr läßt sich vermutlich auf die ungewöhnlich hohen Niederschläge und auf die für die Jahreszeit zu niedrigen Temperaturen (September/November 1952) im Vergleich zum langjährigen Mittel zurückführen. Dadurch wurde die Vitalität der Engerlinge geschwächt und eine kritische Disposition vorbereitet.

9. Nach den Untersuchungen von Herrn Dr. Koch, Bad Nauheim, wurde die Vogelwelt durch die Bekämpfungsmaßnahmen nicht beeinträchtigt.

## Literaturverzeichnis


1. Anonym, Mit Giftkanonen und Flugzeugen gegen Milliarden von Maikäfern. Goslar'sche Zeitung v. 19. 5. 51.
2. Anonym, Erfahrungen bei der Maikäferbekämpfung am Bodensee. Der Obstbau, 70. v. 11. 7. 1951.
3. Blunck, H., Stand der Maikäferfrage. Z. f. Pflkr. u. Pflschutz 47., 603—612, 1937.
4. — — Über die Möglichkeiten zur Verhinderung der Eiablage des Maikäfers auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Z. f. Pflkr. u. Pflschutz 48., 27—36, 1938.
5. — — Das Schrifttum über die Möglichkeiten zur Bekämpfung der Maikäfer-Engerlinge mit mechanischen und chemischen Mitteln. Z. f. Pflkr. u. Pflschutz, 48., 64—87, 1938.
6. — — Über die Möglichkeiten zur Bekämpfung der Maikäferengerlinge mit mechanischen und chemischen Mitteln. Z. f. Pflkr. u. Pflschutz 48., 253—272, 1938.
7. — — Feinde und Krankheiten der Maikäfer. Z. f. Pflkr. u. Pflschutz 48., 488—507, 1938.
8. Bombosch, S., Kann die Bekämpfung des Maikäfers mit chemischen Mitteln eine Engerlingsplage beseitigen? XI. Internationaler Entomologischer Kongreß, Amsterdam 1951.
9. Borchers, F., Die Bekämpfung der Maikäfer. Gesunde Pflanze, Sonderdruck 1952.
10. Burgdörfer, H., Die Maikäferbekämpfung im Bienwald 1951. Allgemeine Forstz. 7., 124—127, 1952.
11. Dauberschmitt, K., Zur Gerätefrage in der Forstschädlingsbekämpfung. Allgemeine Forstz. 7., 42—45, 1952.
12. Eckstein, F., Die Engerlingsplage in Vorpommern. Z. f. Pflkr. u. Pflschutz, 48., 179—199, 1938.
13. Emmel, L., Methodik und Erfolge der Großbekämpfung von Maikäfern, Umschau 53., 593—595, 1953.
14. Faber, W., Die Maikäferflugjahre in Österreich. Der Pflanzenarzt, 4., 2. Sondernummer, 1—2, 1951.
15. — — Erfahrungen über Maikäfer-Großbekämpfungsaktionen. Der Pflanzenarzt 4., 2. Sondernummer, 3—4, 1951.
16. — — Wie erkennen wir die Engerlinge schädlicher Blatthornkäferarten? Der Pflanzenarzt, 4., 2. Sondernummer, 6—7, 1951.
17. — — Der heutige Stand der Engerlingsbekämpfung. Der Pflanzenarzt, 6., 2. Sondernummer, 1953.
18. Frank, A., Der Maikäferflug 1939 im Bienwald. Bericht über die Messungen des Meteorologischen Inst. d. forstl. Vers. Anst. in München während des Maikäferfluges 1939 im Bienwald. Forstwissensch. Centralbl. 61., 581—589, 1939.
19. Gerneck, R., Die Maikäferbekämpfung mit modernen Geräten. Anz. f. Schädlingskde. 24., 113—116, 1951.
20. Gersdorf, E., Über eine Maikäferbekämpfung in den Bauernwäldern des Kreises Burgdorf. Z. f. Pflkr. u. Pflschutz 50., 456—464, 1940.
21. — — Über die Verwendbarkeit neuartiger Insektizide zur Maikäferbekämpfung. Anz. f. Schädlingskde. 23., 53—55, 1950.
22. Groschke, F., Weitere Beobachtungen und Gedanken zur Verwendung von chemischen Mitteln bei der Engerlingsbekämpfung in forstlichen Pflanzgärten. Anz. f. Schädlingskde. 24., 49—53, 1951.
23. Günthardt, E., Die Bekämpfung der Engerlinge mit Hexachlorcyclohexan-Präparaten. Mittl. d. Schweiz. Entomo. Ges. 20., 409—450, 1947.
24. — — Hexa- und Chlordan-Präparate zur Bekämpfung von Bodenschädlingen. Mittl. d. Schweiz. Entomol. Ges. 23., 245—264, 1950.
25. — — Erfahrungen über die chemische Maikäfer- und Engerlingsbekämpfung. Vortr. BBA. Pflanzenschutztagung. H. 70, 84—87, 1951.
26. — — Verlauf der Maikäferbekämpfungsaktion Sulgen/Thg., 1949. Schweiz. Z. f. Obst- u. Weinbau 60., 76—87, 1951.
27. Hase, A., Über die neuen Schädlingsmittel der Land- und Forstwirtschaft und ihre etwaige Bedeutung für den Vogelschutz. Die Vogelwelt 70., 74—77, 1949.
28. Häflinger, H., Beitrag zur Frage der Maikäferbekämpfung. Z. f. Pflkr. u. Pflschutz. 58., 171—178, 1951.
29. Hennecke, Zur Maikäferbekämpfung mit Motorverstäubern. Allgemeine Forstz. 7., 373—374, 1952.

30. HORBER, H., Maikäferfang mit Quecksilberdampflampen. Mittl. d. Schweiz. Entomol. Ges. **22**., 116—124, 1949.
31. HORBER, E., Die Engerlingsgrabungen 1950 zur Kontrolle des Erfolges der Waldrandbehandlung zur Maikäferbek. bei Sulgen 1949. Schweiz. Z. f. Obst- u. Weinbau **60**., 80—84, 1951.
32. ITZEROTT, H., Die Maikäferbekämpfung 1942 im Altmühltal. Mitteil. Landwirtschaft **57**., 703—704, 1942.
33. — — Grundsätzliches zur Maikäferbekämpfung. Gesunde Pflanze **3**., 172—174, 1951.
34. — — Geräte und Mittel zur Maikäferbekämpfung. Pflanzenschutz, Bayr. Landesanstalt **4**., 33—35, 1952.
35. JANCKE, O., Beiträge zur Biologie und Bekämpfung des Maikäfers. Z. angew. Entomologie **13**., 97—107, 1927.
36. KAISER, Küthe, Umafassend Aktion gegen Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturen durchgeführt. Darmstädter Echo, 25. 6. 49.
37. KERN, Untersuchungen an Amphimallus solstitialis mit Versuchen zur bakteriologischen Engerlingsbekämpfung. Dissertation 1950 ETH. Zürich, 75 S.
38. KÜTHE, K., Über die Maikäferbekämpfung bei Wörgl bei Imst-Tarrenz 1941. Z. f. Pflanzenkr. u. Pflschutz **51**., 485—497, 1941.
39. — — Ist eine Maikäferbekämpfung wirtschaftlich? Gesunde Pflanze **1**., 188—190, 1949.
40. LEIB, E., Weitere Erfahrungen bei der Engerlingsbekämpfung. Gesunde Pflanze **3**., 55—58, 1951,
41. LENGERKEN, H. v., Schadet DDT den Singvögeln und Bienen? Anz. f. Schädlingskde. **22**., 10—11, 1949.
42. MALMUS, G., Erfahrungen bei der Maikäferbekämpfung 1951 in Bayern. Mitteil. d. BZA. f. Land- u. Forstwirtschaft **72**., 104—107, 1952.
43. MAYER, K., Die Maikäferbekämpfung in Pommern 1938. Z. f. Pflkr. u. Pflschutz. **50**., 494—500, 1940.
44. MEUNIER, K., Experimentelles über den Schwärmtrieb und das periodische Auftreten verschiedener Aktivitätsformen beim Maikäfer. Z. angew. Entomologie **14**., 39—139, 1939.
45. NEU, W., Beiträge zur Biologie des Feldmaikäfers *(Melolontha melolontha* L.). Z. f. Morphologie u. Oekologie der Tiere **37**., 565—583, 1941.
46. PZRYGODDA, E., Sind Vögel durch Pflanzenschutzmittel gefährdet? Gesunde Pflanze **4**., 169—173, 1952.
47. RADEMACHER, B., Erfahrungen über die Verhütung und Behebung der Engerlingsschäden im Rübenbau. Merkblatt der DLG. Nr. 14.
48. — — Pflanzenschutz sichert die Erträge. Neue Mitt. f. d. Landw. **5**., 125—126, 1950.
49. RUMP, L., Die Maikäferbekämpfung in Rheinland/Pfalz im Frühjar 1953. Gesunde Pflanze **5**., 173—177, 1953.
50. SUBKLEW, Zur Kenntnis der Larve der *Melelonthinae*. Z. f. Pflkr. u. Pflanzenschutz **47**., 18—34, 1937.
51. SCHARMER, J., Erfahrungen zur Maikäfer- und Kartoffelkäferbekämpfung mit dem Sprühgerät. Mitt. d. BZA., Bln.-Dahlem **70**., 104—107, 1951.
52. — — Versuche zur Engerlingsbekämpfung auf Dauerwiesen. Vorträge d. BBA., Pflanzenschutztagung, Heft 70, 81—82, 1951.
53. SCHÄRFFENBER, B., Die biologische Bekämpfung des Maikäfers und seiner Larven mit Beauveria densa. Anz. für Schädlingskde. **13**., 53—55, 1941.
54. — — Die Möglichkeiten einer Maikäferbekämpfung mit Hilfe von Mykosen. Anz. f. Schädlingskde. **25**., 166—170, 1952.
55. — — Biologische Gleichgewichtsstörungen im Boden und ihre Folgen. Z. Angew. Entomologie **35**., 136—145, 1953.
56. SCHNEIDER, F., Auftreten und Ovarialentwicklung der Maikäfer in der alpinen Verbreitungsgrenze. Mitt. d. Schweiz. Entomolog. Ges. **25**., 111—130, 1952.
57. — — Untersuchungen über die optische Orientierung der Maikäfer. (*M. vulgaris* und *M. hippocastani* F.) sowie die Entstehung von Schwärmbahnen und Befallskonzentrationen. Mitt. d. Schweiz. Entomol. Ges. **25**., 264—340, 1952.
58. SCHNEIDER-ORELLI, Entomologisches Praktikum. Zweite erw. Auflage 1947, Sauerländer & Co., Aarau.
59. — — Die Maikäferflugjahre in der Schweiz nach dem Stande der Untersuchungen von 1948. Schweiz. Z. f. Obst- u. Weinbau **58**., 105, 1949.

60. Schrötter, Erfahrungen über die Maikäferbekämpfung mit Motorverstäubern in Schleswig-Holstein. Allg. Forstz. 7., 151—152, 1952.
61. Schuch, K., Beobachtungen über die Biologie des Maikäfers. Arb. ü. phys. und angew. Entomologie 2., 157—174, 1935.
62. — — Laboratoriumsuntersuchungen über den Lebenslauf des Maikäfers (*Melolontha melolontha* L). Arb. ü. phys. u. angew. Entomologie 5., 166—177, 1938.
63. — — Über den Einfluß der Feuchtigkeit auf das Eistadium des Maikäfers (*Melolontha melolontha* L). Arb. ü. phys. u. angew. Entomologie 5., 220—225, 1938.
64. Schumacher, Haronska, Hubschrauber gegen Kartoffelkäfer. Gesunde Pflanze, Sondernummer 1951.
65. Schwerdtfeger, F., Untersuchungen über die Entwicklung des weiblichen Geschlechtsorganes von *Melolontha melolontha* L. während der Schwärmzeit. Z. angew. Entomologie 13., 267—300, 1928.
66. — — Über den Einfluß des Lebensraumes auf den Maikäfer. Z. f. Pflkr. u. Pflschutz. 47., 603—612, 1937.
67. — — Untersuchungen über die Wanderungen des Maikäferengerlings (*Melolontha melolontha* L. und *Mel. hippocastani* F.) Z. angew. Entomologie 26., 214—252, 1939.
68. — — Über die Wirkung von Bekämpfungsmaßnahmen im Forstschutz gegen Insekten. Z. f. Pflkr. u. Pflschutz. 55., 341—346, 1948.
69. — — Grundriß der Forstpathologie. Verlag P. Parey, Bln. 1950.
70. — — Weitere Untersuchungen zur Engerlingsbekämpfung mit Hexa-Mitteln. Mitt. d. BZA. Bln.-Dahlem, 70., 83—84, 1951.
71. — — Weitere Untersuchungen zur Engerlingsbekämpfung mit Gamma-Mitteln auf unbestockter Kulturfläche. Allg. Forstz. 7., 484—487, 1952.
72. Stähli, H., Chemische Maikäferbekämpfung in Thurgau 1949. Der Ostschweiz. Landwirt Heft 2, Januar 1950.
73. Stobwasser, H., Heißgasnebel im Einsatz gegen Maikäfer. Gesunde Pflanze 2., 233/35, 1950.
74. Stobwasser, H. u. Welte, E., Heißgasnebelgeräte bei der Maikäferbekämpfung. Gesunde Pflanze 3., 244, 1951.
75. Sprossmann, G., Forstschädlingsbekämpfung durch Einsatz von Nebelgeräten. Mitt. d. BZA. Bln., 70,. 102—103, 1952.
76. Thalenhorst, W., Flugzeug und Forstschädlingsbekämpfung nach dem Kriege. Gesunde Pflanze 4., 9, 1952.
77. Thielemann, K., Beiträge zur Engerlingsbekämpfung im Walde unter besonderer Berücksichtigung des Bienwaldes (Pfalz). Forstwiss. Centralbl. 61., 562—580, 599—600, 1939.
78. — — Zur Maikäferbekämpfung. Allg. Forstz. 7., 177—178, 1952.
79. Thiem, H., Beiträge zur Maikäfer- und Engerlingsbekämpfung. Forschungsdienst 10., 67—80, 1940.
80. — — Ein Großversuch zur Bekämpfung des Maikäfers in der Gemeinde Seeheim. Nachr. bl. d. D. Pflanzenschutzdienstes 4 u. 26—28, 1947.
81. — — Über den derzeitigen Stand der Maikäferbekämpfung in Deutschland. Nachr. bl. d. D. Pflanzenschutzdienstes 3., 40—42, 1951.
82. Vogel, W., Eibildung und Embryonalentwicklung von *Melolontha vulgaris* und ihre Auswertung für die chemische Maikäferbekämpfg. Z. angew. Entomologie 31., 538—82, 1950.
83. Wiesmann, R., Erfolgreiche Bekämpfung des Maikäfers mit Gesarol. Schweiz. Z. f. Obst- u. Weinbau 54., 159—163, 1945.
84. Wiesmann, R. u. Gasser, R., Fünf Jahre Erfahrung in der Bekämpfung des Maikäfers (*M. melolontha* L.) und Beobachtungen zu seiner Oekologie. Z. f. Pflkr. u. Pflschutz. 57., 17—37, 1950.
85. Wiesmann, R., Gasser, R., Grob, H., Versuch zur Bekämpfung des Maikäfers (*Mololontha mel.* L.). Mitt. d. schweiz. Entom. Ges. 23., 1—36, 1950.
86. Welte, E., Der Maikäfer in Württemberg. Arb. a. d. Landesanst. f. Pflschutz. Hohenheim, Verlag E. Ulmer, 1933.
87. Warmbrunn, K., Neue Erkenntnisse über die Engerlingsbekämpfung auf Dauerwiesen auf Grund einer Großaktion in Nordwürttemberg im Frühjahr 1951. Mitt. d. BZA. Bln. 72., 107—110, 1952.
88. Zimmermann, H., Eine Maikäferkampagne beendet. Landw. Wochenbl. Kurhessen-Waldeck, Kassel, 10. VI. 1950, 261/262.

*Aus dem Institut für Umweltforschung der Universität Hamburg*
*Leiter: Prof. Dr. Friedrich Brock*

# Zur Herkunftsbestimmung von Bananenimporten nach dem Besatz an Spinnen

Von

Günter Schmidt

*Mit 13 Abbildungen*

Untersuchungen, die im Laufe der letzten beiden Jahre in Schuppen des Freihafengeländes des Hamburger Hafens und in Bananenkellern durchgeführt wurden, zeigten, daß es möglich ist, die Herkunft einer Bananenladung einwandfrei zu bestimmen, wenn man die damit eingeschleppten Spinnen kennt. Da dies nicht nur den Biologen, sondern auch den Fruchthändler, ja unter Umständen sogar den Juristen interessiert, sollen hier die Methoden aufgezeigt werden, die auch dem Nichtbiologen eine sichere Bestimmung ermöglichen. Von besonderer Wichtigkeit sind solche Untersuchungen für den Mediziner, wenn es sich darum handelt, zu prüfen, ob sich in einer bestimmten Bananensorte Giftspinnen befunden haben können; dies festzustellen, kann dann notwendig werden, wenn jemand bei der Arbeit an Bananen von einer Spinne gebissen wurde und nicht in der Lage war, das Tier einzufangen. Schließlich wird auch der Zoogeograph den beigefügten Tabellen manche Anregung entnehmen können.

Erfahrungsgemäß ist zum Einfangen einer genügend großen Anzahl von Spinnen, die beim Löschen der Schiffsladungen von den Bananen ab-, bzw. in den Bananenkellern anfallen, eine etwa 1—3stündige Sammeltätigkeit erforderlich. Zur direkten Herkunftsbestimmung können nur solche Spinnen herangezogen werden, deren Biotop — soweit es die Bananen betrifft — einmal eng begrenzt ist und die sich zum anderen durch untrügliche Merkmale von anderen Arten unterscheiden. Weiter müssen diese Spinnen möglichst in großen Mengen die Bananen bevölkern und durch ihre Größe, Zeichnung, Bewegung usw. auffallen. Zur indirekten Herkunftsbestimmung eignen sich auch andere Arten. Wir unterscheiden daher Leitformen, die nur für Bananen eines bestimmten Exportlandes charakteristisch sind, und Begleitformen, die auch an Bananen anderer Länder vorkommen können, deren Vergesellschaftung miteinander und mit den Leitformen aber immer wichtige Hinweise für die Bestimmung des Exportlandes gibt. Dies sei an einem Beispiel erläutert. Es mögen bei einer Stichprobe folgende Spinnen gesammelt worden sein: *Heteropoda venatoria* L., *Breda milvina* C. Koch, *Selenops mexicanus* Keys. (syn. *S. ecuadorensis* Berl.), *Phoneutria boliviensis* Cambr., etliche Theridiiden und Clubioniden. *Breda milvina* ist Leitform, die völlig eindeutig auf Ecuador als Exportland hinweist. *Heteropoda venatoria* und *Phoneutria boliviensis* können auch in anderen Ländern vorkommen, *Hete-*

*ropoda* in Franz.-Guinea und Cameroons, *Phoneutria* in Columbien und Guatemala. In der hier erwähnten Vergesellschaftung aber kommt man, auch ohne daß Leitformen gefunden wurden, auf Ecuador. Denn in Cameroons und Franz.-Guinea gibt es keine *Phoneutria*, und *Heteropoda* wird nie mit Guatemala- und Columbiabananen eingeschleppt. *Theridiiden*, *Clubioniden* und *Selenopiden* eignen sich nicht so gut zur Herkunftsbestimmung südamerikanischer Bananen, da sie vielfach übersehen werden, bzw. eine zu weite Verbreitung haben.

Die Bestimmung der Spinnen kann nach folgendem Schlüssel durchgeführt werden:

1. Spinnen mit 6 Augen 2
— Spinnen mit 8 Augen 3
2. Augen in 2 Gruppen angeordnet, Beine sehr lang und dünn. Deckennetze herstellend 4. Fam. *Pholcidae* (teils)
— Augen eine zum Vorderrand des Carapax offene Ellipse bildend, Beine normal und kräftig, Chelizeren sehr lang, keine Fangnetze herstellend 2. Fam. *Dysderidae*
3. Augen auf einem zentralen Hügel angeordnet 4
— Augen anders angeordnet 5
4. Cribellum vorhanden, Tiere klein, Körperlänge bis zu 3 mm 3. Fam. *Oecobiidae*
— Cribellum fehlend, Tiere groß, Körperlänge 3,5—5 cm, Basalglied der Chelizeren in Richtung der Körperlängsachse verlaufend 1. Fam. *Avicylariidae*
5. Nur 2 Spinnwarzen, 1. Beinpaar von Femur bis Metatarsus sehr verdickt 5. Fam. *Palpimanidae*
— 6 Spinnwarzen 6
6. Cribellum vorhanden 7
— Cribellum fehlend 11
7. Kleine Formen, Körperlänge bis zu 4 mm 8
— Mittelgroße Formen, Körperlänge von 6—15 mm 9
8. Tibien der Vorderbeine büschelartig behaart. Radnetze herstellend 10. Fam. *Uloboridae*
— Tibien der Vorderbeine nicht büschelartig behaart, keine Radnetze bauend 9. Fam. *Dictynidae*
9. Körperlänge 6—7 mm, Körperfarbe dunkelbraun bis schwarz, Beine schwach bestachelt, Beutefang mit bläulich schimmernden Maschennetzen 8. Fam. *Amaurobiidae*
— Körperlänge 12—15 mm 10
10. Beine geringelt, sehr stark bestachelt, Augen in 3 Reihen (cteniform) 20. Fam. *Acanthoctenidae*
— Beine gefleckt, Tibien der Vorderbeine mit nicht mehr als 6 ventralen Stachelpaaren, Augen in 2 Reihen 21. Fam. *Zoropsidae*
11. Vordermittelaugen sehr klein, andere Augen etwa gleich groß und zu je 3 eine Gruppe bildend, Beine sehr lang und dünn. Deckennetze webend 4. Fam. *Pholcidae* (teils)
— Augen anders angeordnet 12
12. 2 Tarsalklauen 20
— 3 Tarsalklauen 13

13. 4 Vorderaugen, in einer Reihe an der Frontalseite des Cephalothorax (Ceph) stehend, auffällig klein, große Hintermittel- und -seitenaugen ein fast rechteckiges Trapez auf der Parietalseite des Ceph. miteinander bildend, Jagdspinnen, Weibchen tragen Eierkokon an Spinnwarzen geheftet 24. Fam. *Lycosidae*
— Augen anders verteilt 14
14. Augen in 4 Reihen, Körperlänge 6 mm 25. Fam. *Oxyopidae*
— Augen in 2 oder 3 Reihen 15
15. Augen in 3 Reihen, s. Abb. 6 c, Jagdspinnen 22. Fam. *Pisauridae*
— Augen in 2 Reihen 16
16. 4. Tarsus ventral mit einer Reihe gesägter und gekrümmter Borsten, Hauben- oder Gerüstnetze herstellend 11. Fam. *Theridiidae*
— 4. Tarsus ohne solche Borsten 17
17. Sehr kleine Tiere, Körperlänge bis zu 2 mm, Beine fast stachellos 12. Fam. *Micryphantidae*
— Größer 18
18. Körper mit Fiederhaaren, Trichternetze webend 19. Fam. *Agelenidae*
— Körper ohne Fiederhaare, andere Fangnetze bauend 19
19. 4. Tarsus ventral apical ohne apical gebogenen Webstachel, horizontale Deckennetze herstellend, an deren Unterseite die Spinne lauert 13. Fam. *Linyphiidae*
— 4. Tarsus ventral apical mit apical gebogenem Webstachel, meist Radnetze konstruierend 14. Fam. *Araneidae*
20. Laterigrade Arten, Krabbenhabitus oder auffallend langgestreckte, gelb gefärbte Formen, s. Abb. 4 21
— Anders gebaut 24
21. Von den 8 Augen stehen 6 in einer Reihe 16. Fam. *Selenopidae*
— Augen anders angeordnet 22
22. Chelizerenfalzränder mit mehr als je 2 Zähnen 18. Fam. *Sparassidae*
— Chelizerenfalzränder mit weniger als je 2 Zähnen 23
23. 3. und 4. Beinpaar in starkem Gegensatz zu erstem und zweitem auffällig kleiner und schwächer entwickelt, Körper ohne Fiederhaare 15. Fam. *Thomisidae*
— 3. und 4. Beinpaar keinen auffälligen Gegensatz zu 1. und 2. bildend, Körper mit Fiederhaaren 17. Fam. *Philodromidae*
24. Augen in drei Reihen 27
— Augen in 2 Reihen 25
25. Auf der Ventralseite des Abdomens median eine 2. Epigastralfurche 7. Fam. *Anyphaenidae*
— Auf der Ventralseite des Abdomens median keine 2. Epigastralfurche 26
26. Vordere Spinnwarzen sehr lang und weit voneinander entfernt 6. Fam. *Gnaphosidae*
— Vordere Spinnwarzen nicht sehr lang und eng beieinander 26. Fam. *Clubionidae*
27. Vordermittelaugen nicht größer als übrige Augen 23. Fam. *Ctenidae*
— Vordermittelaugen größer als übrige Augen 27. Fam. *Salticidae*

## 1. Familie *Aviculariidae*

1. Beine bestachelt, 4. Femur ventral mit Scopula *Xenesthis* Sim.
— Beine unbestachelt 2

2. Vorderaugenreihe sehr stark procurv *Avicularia* Lam.
— Vorderaugenreihe gerade oder schwach procurv 3
3. Coxales Stridulationsorgan an Maxillipalpen vorhanden *Psalmopoeus* Poc.
— Coxales Stridulationsorgan an Maxillipalpen fehlend *Tapinauchenius* Auss.

*Psalmopoeus:* Borsten des Stridulationsorgans eine gebogene Linie bildend *P. plantaris* Poc.

### 2. Fam. *Dysderidae*

*Dysdera:* Körperfarbe hellrotbräunlich, Femora des 4. Beinpaares dorsal bestachelt *D. crocota* C. Koch

### 3. Fam. *Oecobiidae*

*Oecobius:* Körper einfarbig weiß, Beine ungeringelt *Oe. Paivai* Bl.
Körper mit schwarz-weißer Zeichnung, Beine geringelt *Oe. annulipes* Luc.

### 4. Fam. Pholcidae

1. 8 Augen 2
— 6 Augen 3
2. Körperlänge 5—7 mm *Pholcus phanlangioides* Fuess.
— Körperlänge 1 mm *Psilochorus minimus* sp. n.
3. Abdomen dorsal in 2 Höcker auslaufend *Metagonia bicornis* Keys.
— Abdomen dorsal nicht in 2 Höcker auslaufend 4
4. Abdomen in einen hinten spitzen Höcker auslaufend, Epigyne breit zungenförmig *Spermophora lingua* sp. n.
— Abdomen hinten gerundet *Spermophora unicolor* Keys. u. a. spec.

### 5. Fam. *Palpimanidae*

*Sarascelis:* Sternum und Beine gelb *S. luteipes* Sim.

### 6. Fam. *Gnaphosidae*

1. Ganz schwarz gefärbt, beide Augenreihen fast gleich lang *Zelotes Gistel*
— Nicht ganz schwarz gefärbt 2
2. Innerer Chelizerenfalzrand mit 3—4 Zähnchen, Vordermittelaugen größer als Vorderseitenaugen und diese fast berührend, hintere Augenreihe procurv *Echemoides Mello-Leitao*
— Innerer Chelizerenfalzrand mit 1 Zähnchen *Scotophaeus* Sim.

*Scotophaeus:* Körperlänge 8 mm *S. varius* Sim.
Körperlänge 12 mm *S. Mauckneri* sp. n.

Anm.: Die genaue Unterscheidung beider Arten ist nur durch Vergleich der Sexualorgane möglich.

### 7. Fam. *Anyphaenidae*

*Anyphaena Sundevall:* Verschiedene Arten mit dem Kennzeichen der Familie

### 8. Fam. *Amaurobiidae*

*Titanoeca:* Cribellum geteilt, Körperfarbe schwarzbraun, Beine heller *T. luteipes* Keys.

### 9. Fam. *Dictynidae*

*Dictyna:* Tarsus ohne Trichobothrien, Cribellum geteilt, Körper mit Fiederhaaren, gelblich gefärbt *D. flavescens* Walck.

### 10. Fam. *Uloboridae*

*Uloborus:* Abdomen hoch, höckerig, Tibien der Vorderbeine an der Unterseite büschelförmig behaart *U. plumipes* Luc.
Abd. länglich, vorn mit 2 Längshöckern, Tibien der Vorderbeine auch oberseits büschelförmig behaart, Patellen der Vorderbeine gleichfalls oberseits mit Haarbüscheln *U. plumosus* sp. n.

### 11. Fam. *Theridiidae*

1. Abdomen dorsal am Hinterende mit spitzem Höcker, schwarz gefärbt *Theridion acutiventer* Keys.
— Abdomen ohne solchen Höcker 2
2. Körperlänge 10—14 mm, im Alter dunkel gefärbt und „fett" glänzend, in der Jugend mit „zillen"-ähnlichem Folium *Teutana nobilis* Th.
— Höchstens 4 mm lang 3
3. Maxillen mehr als doppelt so lang wie Labium *Theridium* Walck.
— Maxillen nicht mehr als doppelt so lang wie Labium *Steatoda* Sund.

*Theridium:* Abdomen dorsal mit gezähntem Band *Th. denticulatum musivivum* sp. n.

*Steatoda:* Abdomen blaßrosa mit 4 schwarzen, ein Trapez bildenden Flecken *Steatoda rubra* Keys.

*Teutana:* 11 mm, Abd. dors. in Schultergegend mit weißem Bügel, lateral in der Mitte mit je 2 weißen Flecken *Teutana grossa* C. Koch

### 12. Fam. *Micryphantidae*

*Micryphantes:* 4. Tibia dorsal mit 2 Stacheln, 4. Metatarsus ohne Trichobothrium, Tarsus des 1. Beines kürzer als Metatarsus *M. rurestris* C. L. Koch

### 13. Fam. *Linyphiidae*

Feld der Mittelaugen viel länger als breit *Bolyphantes* C. L. Koch
Feld der Mittelaugen nicht oder wenig länger als breit *Linyphia* Latr.

### 14. Fam. *Araneidae*

1. Abdomen extrem hoch, in 2 Höcker auslaufend, die mit Warzen besetzt sind *Caira altiventer* Cambr.
— Abdomen länger als hoch 2
2. Abdomen mehr als doppelt so lang wie breit, in der Schultergegend 3 Höcker *Araneus trispinosus* Keys.
— Abdomen nicht mehr als doppelt so lang wie breit 3
3. Habitus der Kreuzspinne (*A. diadematus* Cl.), Körperlänge 10 mm *Araneus crucifer* Luc.
— Anders gebaut 4

4. Abdomen mit einer Anzahl warzenartiger Höcker, Grundfarbe des Körpers schwärzlich, Abdomenhöcker gelb gefärbt, Körperlänge 14 mm *Cyrthophora citricola* Forsk.

— Abdomen mit 4 Höckern, gelbgrau gefärbt, Körperlänge 3,6 mm, Maxillen im Gegensatz zu allen anderen, hier erwähnten *Araneidae* länger als breit *Mecynometa quadrituberculata* Keys.

### 15. Fam. *Thomisidae*

Tibia I unten mit 4 Paar Stacheln, Beine im Verhältnis zum Körper lang und kräftig, Körperfarbe dunkelbraun, Abdomen hinten spitz endigend *Carcinarachne Brocki* sp. n.

Tibia I unten mit 3 Paar Stacheln, Beine im Verhältnis zum Körper kurz und schwach, Körperfarbe gelbgrün, Abdomen hinten gerundet, dorsal mit 2 kleineren und einem sehr großen schwarzen Fleck, der das hintere 1/7 des Abdomens einnimmt und sich auf dessen Seiten und Unterseite erstreckt. Von *Synaema maculosum* Cambr. durch Vergleich der Sexualorgane zu trennen. *Synaema trimaculosum* sp. n.

### 16. Fam. *Selenopidae*

Maxillipalpen des Männchens mit kurzen und breiten Tibiaapophysen *Selenops radiatus* Latr.

Maxillipalpen des Männchens mit sehr langer sichelförmiger Tibiaapophyse, die fast das Ende des Bulbus erreicht *Selenops mexicanus* Keys.

### 17. Fam. *Philodromidae*

1. Abdomen weniger als doppelt so lang wie breit *Philodromus* Walck.
— Abdomen mehr als doppelt so lang wie breit 2
2. Gelb gefärbte Form, Abdomen walzenförmig, Punktzeichnung s. Abb. 4 *Tibellus seriepunctatus* Sim.
— Blaßgrünliche Form, Ceph. und Abdomen völlig abgeflacht (wie *Selenops*), letzteres an Seitenrändern wie am Hinterrand mit bräunlichen Punkten versehen, Körperlänge 3,2 mm *Gephyra viridipallida* sp. n.

*Philodromus:* Körperlänge 5 mm *P. punctigerus* Cambr.
Körperlänge 8 mm *P. lepidus* Bl.

### 18. Fam. *Sparassidae*

1. Ventralseite des Abdomens schwarz (s. Abb. 5) *Torania nigriventris* Sim.
— Ventralseite des Abdomens nicht schwarz 2
2. Hinterseitenaugen größer als Hintermittelaugen, Körperlänge bis zu 4 cm *Heteropoda venatoria* L.
— Hinterseitenaugen nicht größer als Hintermittelaugen, Körperlänge bis zu 23 mm *Olios* Walck.

*Olios:* Körperfarbe gelb-grünlich, Chelizeren dunkelrotbraun-schwarz *O. antiguensis* Keys.

### 19. Fam. *Agelenidae*

*Tegenaria:* Körperfarbe grau-gelb-braun, Vulva mit einfachen runden *Receptacula seminis,* Körperlänge ca. 12 mm
*T. domestica* Cl.

### 20. Fam. *Acanthoctenidae*

*Acanthoctenus:* Tibiaapophyse des männlichen Maxillipalpus hammerförmig, primäre Receptacula der Vulva beim Weibchen nierenförmig *A. spinipes* Keys.

### 21. Fam. *Zoropsidae*

*Zoropsis:* Primäre Receptacula seminis groß (D 368 my) und kugelförmig
*Z. rufipes* Luc.

### 22. Fam. *Pisauridae*

1. Femora der Vorderbeine ungeringelt, Körperlänge 18 mm, breites schwarzes Band auf der Ventralseite des Abdomens, Dorsalseite des Abdomens ohne Folium. Letzteres bildet sich erst im Spiritus
*Cupiennius foliatus* Cambr.
— Femora der Vorderbeine geringelt 2
2. Abdomen dorsal mit 4 hellen Flecken (s. Abb. 6 a), Körperlänge 3,3 cm, Ventralseite des Abdomens mit breitem schwarzem Band
*Cupiennius Salléi* Keys.
— Abdomen dorsal ohne solche Flecken, Körperlänge 3,4 cm, Ventralseite des Abdomens ohne schwarzes Band
*Cupiennius exterritorialis* Strand

### 23. Fam. *Ctenidae*

1. Innerer Chelizerenfalzrand mit 7 Zähnen, von denen 5 etwa gleich groß sind, Palpentarsus innen ohne Polster kurzer Haare, Tibia der Vorderbeine ventral innen ohne Lateralstacheln, 4. ventrales Stachelpaar etwas lateral versetzt *Ctenopsis stellata* sp. n.
— Innerer Chelizerenfalzrand mit 5 Zähnen, 5. Zahn kleiner als übrige, Palpentarsus innen mit Polster kurzer Haare, Tibia der Vorderbeine bisweilen innen mit einem kurzen Lateralstachel *Phoneutria* Perty

*Phoneutria:* 1. Vulventypus s. Abb. 12 b *P. fera* Perty
— Vulventypus s. Abb. 7 b 2
2. Abdomen ventral ohne stark ausgeprägte Zeichnung aus 4 Reihen weißer Punkte 3
— Abdomen mit derartiger Punktzeichnung ventral
*Phoneutria colombiana* sp. n.
3. Körperlänge 3—3,5 cm *Phoneutria boliviensis* Cambr.
— Körperlänge höchstens 2,4 cm *P. depilata* Strand.

### 24. Fam. *Lycosidae*

*Lycosa:* Innerer Chelizerenfalzrand mit 3 Zähnen, Mundwerkzeuge rot, Ventralseite des Abdomens schwarz *L. erythrognatha* Luc.

### 25. Fam. *Oxyopidae*

*Oxyopes:* Habitus und Zeichnung s. Abb. 3 *O. Kraepelinorum* Bös.

### 26. Fam. *Clubionidae*

1. Schwarz gefärbte Spinnen 2
— Grau gefärbte Spinnen *Clubiona* Latr.
2. Innerer Chelizerenfalzrand mit 2, äußerer mit 3 Zähnen, Femora der Beine gelb *Pronophaea natalica* Sim.
— Innerer Chelizerenfalzrand mit 6 Zähnen, Beine braungelb, Körperlänge 12—13 mm *Corinna* C. Koch

*Clubiona:* Körperlänge 12—13,5 mm, Tibia des Palpus beim Männchen mehr als 4mal so lang wie breit, Tibiafortsatz 3-zähnig *C. tigrina* Cambr.

### 27. Fam. *Salticidae*

1. Innerer Chelizerenfalzrand mit mehr als 2 Zähnen 2
— Innerer Chelizerenfalzrand mit 0, 1 oder 2 Zähnen 3
2. Ameisenhabitus, Spinne dunkel gefärbt, innerer Chelizerenfalzrand mit 3 Zähnen beim Männchen *Myrmarachne* Mc Leay
— Körperform anders, Spinne hell gefärbt, innerer Chelizerenfalzrand mit 5—6 Zähnen, selten 4 oder 3 *Hypaeus benignus* Peckh.
3. Innerer Chelizerenfalzrand mit 2-höckerigem Zahn 4
— Innerer Chelizerenfalzrand mit einhöckerigem Zahn 5
4. Metatarsi der Vorderbeine mit Lateralstacheln *Siloca* Sim.
— Metatarsi der Vorderbeine ohne Lateralstacheln *Hasarius Adansoni* Sav., *Jacobia Brauni* sp. n.
5. Chelizerenfalzränder unbezahnt *Corythalia* C. Koch
— Chelizerenfalzränder bezahnt 6
6. Sternum vorn breit abgestutzt 8
Sternum vorn verschmälert *Dendryphantes* sp.
8. Tibiaapophyse des männlichen Tasters apical etwas nach innen eingebogen, Körperfarbe dunkelbraun, Chelizeren nicht auffällig gestaltet *Dendryphantes Moebi* Bös.
— Tibiaapophyse des männlichen Tasters nicht apical nach innen eingebogen, Körperfarbe hellbraun, Chelizeren auffallend lang und geschwungen, Zahn des inneren Falzrandes sehr groß und gebogen *Dendryphantes* sp.

Als Bananenexportländer kommen für Deutschland z. Zt. im wesentlichen die Canaren, Franz.-Guinea, Cameroons, Guatemala, Ecuador, Colombia und Brasil in Frage, deren Spinnenfauna nach ihrer relativen Häufigkeit in der angegebenen Reihenfolge besprochen werden soll, soweit sie hier von Bedeutung ist (vergleiche Tab. I).

*Tabelle I*

Übersicht über die zur Herkunftsbestimmung geeignete Bananenspinnenfauna

Canaren:

| Leitformen: | Begleitformen: |
|---|---|
| *Philodromus punctigerus* Cambr. | *Teutana grossa C.* Koch |
| *Teutana nobilis* Th. | *Dendryphantes* sp. |
| *Zoropsis rufipes* Luc. | *Hasarius Adansoni* Sav. |
| *Dendryphantes Moebi* Bös. | *Pholcus phalangioides* Fuess. |

| Leitformen: | Begleitformen: |
|---|---|
| **Canaren:** | |
| *Theridium denticulatum musivivum* sp. n. | *Philodromus lepidus* Bl. |
| *Scotophaeus varius* Sim. | *Uloborus plumipes* Luc. |
| *Scotophaeus Mauckneri* sp. n. | *Oxyopes lineatus* Latr. |
| *Oecobius Paivai* Bl. | *Cyrthophora citricola* Forsk. |
| *Jacobia Brauni* sp. n. | *Dysdera crocota* C. Koch |
| *Theridium pseudogibberosum* sp. n. | *Micryphantes rurestris* C. L. Koch |
| | *Araneus crucifer* Luc. |
| | *Dictyna flavescens* Walck. |
| **Franz.-Guinea:** | |
| *Tibellus seriepunctatus* Sim. | *Heteropoda venatoria* L. |
| *Uloborus plumosus* sp. n. | *Philodromus* sp. |
| | *Oecobius annulipes* Luc. |
| | *Clubiona* sp. |
| **Cameroons:** | |
| *Torania nigriventris* Sim. | *Selenops radiatus* Latr. |
| *Pronophaea natalica* Sim. | *Pholcus* sp. |
| *Sarascelis luteipes* Sim. | *Heteropoda venatoria* L. |
| *Gephyra viridipallida* sp. n. | |
| **Guatemala:** | |
| *Cupiennius Salléi* Keys. | *Spermophora* sp. |
| *Cupiennius* sp. | *Selenops mexicanus* Keys. |
| *Clubiona tigrina* Cambr. | *Hypaeus benignus* Peckh. |
| | *Phoneutria boliviensis* Cambr. |
| | *Tegenaria domestica* Cl. |
| **Ecuador:** | |
| *Cupiennius exterritorialis* Strand | *Acanthoctenus spinipes* Keys. |
| *Breda milvina* C. Koch | *Selenops mexicanus* Keys. |
| *Xenesthis* sp. | *Hypaeus benignus* Peckh. |
| *Theridium acutiventer* Keys. | *Cupiennius foliatus* Cambr. |
| *Mecynometa quadrituberculata* Keys. | *Heteropoda venatoria* L. |
| *Synaema trimaculosum* sp. n. | *Phoneutria boliviensis* Cambr. |
| *Carcinarachne Brocki* sp. n. | *Corinna* sp. |
| *Bolyphantes* sp. | *Anyphaena* sp. |
| *Psilochorus minimus* sp. n. | *Echemoides* sp. |
| | *Olios* sp. |
| | *Steatoda rubra* Keys. |
| | *Araneus trispinosus* Keys. |
| | *Corythalia dimidiata* Sim. |
| | *Psalmopoeus* sp. |
| | *Avicularia* sp. |
| | *Linyphia musae* sp. n. |

| Leitformen: | Begleitformen: |
|---|---|
| **Colombia:** | |
| *Olios antiguensis* Keys. | *Acanthoctenus spinipes* Keys. |
| *Psalmopoeus plantaris* Poc. | *Selenops* sp. *(mexicanus?)* |
| *Phoneutria depilata* Strand | *Spermophora lingua* sp. n. |
| *Phoneutria colombiana* sp. n. | *Corythalia dimidiata* Sim. |
| | *Echemoides* sp. |
| | *Tegenaria domestica* Cl. |
| | *Caira altiventer* Cambr. |
| **Brasil:** | |
| *Titanoeca luteipes* Keys. | *Selenops* sp. |
| *Siloca* sp. | *Echemoides* sp. |
| *Phoneutria fera* Perty | *Dendryphantes* sp. |
| *Lycosa erythrognatha* Luc. | *Myrmarachne* sp. |
| *Ctenopsis stellata* sp. n. | *Zelotes* sp. |
| | *Metagonia bicornis* Keys. |

*Canaren:*

*Philodromus punctigerus* Cambr. ist die häufigste Spinne der canarischen Bananen. Sie wurde 1907 von CAMBRIDGE beschrieben, der sie aus einer Bananensendung erhielt. Die Art ist an der einfachen, fast rechteckigen Epigyne leicht zu erkennen.

*Teutana nobilis* Th. (Abb. 2) gehört zu den größten Theridiiden.

*Zoropsis rufipes* Luc. (Abb. 1) ist in jeder kanarischen Bananenladung reichlich vertreten. Auffallend ist an dieser etwa 1,5 cm großen cribellaten Jagdspinne die Fleckung des Körpers und der Extremitäten. Die bläulich schimmernden Eierkokons werden direkt an die Bananen geheftet, so daß auch sie zur Herkunftsbestimmung dienen können.

Abb. 1. ***Zoropsis rufipes***, Körperlänge 1,5 cm, Canaren

Abb. 2. ***Teutana nobilis***, Körperlänge 13 mm, auf Banane, Canaren, fot. Kaldewey

*Dendryphantes Moebi* Bös., die häufigste Salticide der canarischen Bananen, ist dunkelbraun-kupfern gefärbt und erreicht eine Körperlänge von 7—10 mm.

*Theridium denticulatum musivivum* unterscheidet sich nur im Bau der weiblichen Sexualorgane von der Stammform. Der männliche Taster ist bei beiden Typen völlig gleichartig. Ob außer der *musivivum*-Form noch die Stammform auf den Kanaren vorkommt, konnte bisher nicht geklärt werden.

*Scotophaeus varius* Sim. u. *S. Mauckneri* sp. n. lassen sich im weiblichen Geschlecht an der Stellung der großen Receptacula seminis unterscheiden, die bei *S. varius* fast einen rechten Winkel miteinander bilden, während sie bei *S. Mauckneri* in sehr spitzem Winkel zu einander stehen.

*Oecobius Paivai* Bl. wird von SIMON 1883 als einzige *Oecobius*art der Canaren erwähnt. DENIS 1941 zieht diese Spezies mit *O. annulipes* Luc. zusammen. Alle meine canarischen Exemplare unterscheiden sich aber so stark in Körperbau und -zeichnung von *O. annulipes*, daß ich es für gerechtfertigt erachte, die canarische Form hiervon wieder abzutrennen.

*Teutana grossa*, eine dunkelbraun gefärbte Kugelspinne von 11 mm Körperlänge, stellt ähnlich wie die deutsche *Steatoda bipunctata* L. ein Haubennetz her, dessen Fäden sich durch besondere Festigkeit auszeichnen. Die Art gehört zu den kosmopolitischen Spinnen, kommt aber nur mit Bananen canarischer Herkunft nach Deutschland.

2 *Dendryphantes*arten sind nächst *Dendryphantes Moebi* Bös. die häufigsten canarischen Salticiden. Sie lassen sich schon äußerlich an ihrer zierlichen Gestalt und helleren Körperfarbe von jener unterscheiden.

*Hasarius Adansoni* Sav., eine 0,7 cm große fissidentate Springspinne, besitzt eine weiße Zeichnung an den Tastern. Die Körperfarbe ist überwiegend schwarz-braun. Auch diese Spinne ist in den warmen Zonen beider Hemisphären weit verbreitet.

*Jacobia Brauni* sp. n., gleichfalls fissidentat, besitzt keine weiße Zeichnung an den Tastern.

*Theridium pseudogibberosum* sp. n. fällt durch extrem hohes Abdomen auf.

*Pholcus phalangioides* Fuess., eine kosmopolitiche Art mit ungewöhnlich langen Beinen, erreicht eine Körperlänge von mehr als 5 mm und kommt in Deutschland in Wohnungen, Kellern und anderen Gebäuden vor.

*Philodromus lepidus* Bl., die größere der beiden canarischen Philodromusarten, erreicht eine Körperlänge von 8 mm und ist an der seitlich mehr ausgebuchteten Umrandung der Epigyne sowie den großen primären Receptakeln leicht von *P. punctigerus* Cambr. zu unterscheiden.

*Uloborus plumipes* Luc., eine cribellate Radnetzspinne, wird 4 mm lang und fällt durch sein zweihöckeriges Abdomen auf. Die Tibien der Vorderbeine zeigen eine sich deutlich abhebende dichtere und längere Behaarung. Die Haare der Tibienbüschel sind einfach, nicht spatelförmig. Spinnen der Plumipes-Gruppe bauen selten Stabilimente und stellen im Gegensatz zu anderen Uloborusarten fast vertikale Radnetze her, in deren Mittelpunkt sie lauern, und zwar normalerweiser mit dem Carapax nach oben. Nur beim Fressen drehen sie sich um und verbleiben danach noch eine gewisse Zeit in dieser Stellung. Unsere einheimischen orbitelen Spinnen lauern bekanntlich alle mit nach unten gerichtetem Carapax.

*Oxyopes Kraepelinorum* Bös. (Abb.3), Körperlänge 6 mm, fängt seine Beute im Sprung und ähnelt habituell etwas einer Springspinne. Bemerkenswert ist das helle, einen kleinen „Spieß" einschließende Mittellängsband auf der Dorsalseite des Abdomens. Bösenberg gibt eine Beschreibung und Abb. seines *O. Kraepelinorum*, der bei Denis als endemisches Spezies der Canaren aufgeführt wird. Ich habe durch Vergleich der weiblichen Sexualorgane eines *O. lineatus* mit der Art Bösenbergs feststellen können, daß *O. Kraepelinorum* Bös. nicht syn. ist dem *O. lineatus* Latr.

*Cyrthophora citricola* Forsk. stellt ein Deckennetz nach Linyphidenart her, an dessen Unterseite sie lauert und es bei der geringsten Störung in starke Erschütterungen versetzt.

*Dysdera crocota* C. Koch, (Simon schreibt überall *D. crocata*) erkennt man an der rötlichen Färbung, dem Fehlen einer richtigen Körperbehaarung und den langen, nach vorn gerichteten Chelizeren. Die 6-äugige Spinne erreicht eine Körperlänge von 0,9 cm.

*Micryphantes rurestris* C. L. Koch (*Ischnyphantes* Simon), ist die häufigste Zwergspinne der canarischen Bananen. Die Art ist in ganz Europa, einem großen Teil Afrikas und in Asien verbreitet. Die Tibien der Vorderbeine tragen keine Lateralstacheln.

*Araneus crucifer* Luc. besitzt ein schwarzes, einen braunen schmalen Keil umschließendes Sternum. Die Femora sämtlicher Beine sind rotbraun gefärbt.

*Dictyna flavescens* Walck. wird auch in Deutschland gefunden und ist im männlichen Geschlecht dadurch gekennzeichnet, daß die Chelizeren, von oben betrachtet, winkelig nach innen vorspringen.

Abb. 3. ***Oxyopes Kraepelinorum*** mit Kokon, Körperlänge 6 mm, Canaren, Präparat, fot. Kaldewey

Abb. 4. ***Tibellus seriepunctatus***, Körperlänge 7 mm, Franz. Guinea, fot. Kaldewey

*Franz. Guinea:*

*Tibellus seriepunctatus* Sim. (Abb. 4), Körperlänge 0,7 cm, ist leicht kenntlich an der langgestreckten Körperform. Er gehört zu den Philodromiden; diese werden auffallenderweise nicht mit amerikanischen Bananen importiert.

*Uloborus plumosus* sp. n. gehört wie *U. plumipes* in die *plumipes*-Gruppe SIMONS, unterscheidet sich aber durch seine Körperform von jenem. Er trägt im Gegensatz zu *U. plumipes* spatelförmige Haare wie *U. sexfasciculatus* Sim., mit dem er auch in der Art der Patellenbehaarung übereinstimmt. BERLAND und MILLOT erwähnen 1939 in ihrer Arbeit über die Spinnen Westafrikas (Teil II, *Cribellatae*) nichts von dieser Art.

*Heteropoda venatoria* L. ist die häufigste Spinne der Conakry-Bananen. Sie erreicht eine Körperlänge von bis zu 4 cm.

Die Philodromusart der Guinea-Bananen konnte bisher nicht determiniert werden, da sie in inadultem Zustand vorliegt. Sie ist aber von *P. punctigerus* Cambr. verschieden. Ihr Abdomen verschmälert sich gleichmäßiger nach hinten.

*Oecobius annulipes* Luc., eine in warmen Gebieten weitverbreitete Spezies, ist durch die Ringelung der Beine hinreichend charakterisiert. Ihr Abdomen trägt dorsal und lateral schwarze Flecke. Die Art verläßt häufig ihr Scheibennest, ein kombiniertes Wohn- und Fanggewebe und läuft sehr lebhaft auf den Bananen umher.

Die *Conakry-Clubiona*, ein unreifes Exemplar, ist undeterminierbar. Sie ist einfarbig blaßgrau.

*Cameroons:*

*Torania nigriventris* Sim. (Abb. 5), eine 1,6 cm große Sparasside, unterscheidet sich von der sonst sehr ähnlichen *Heteropoda venatoria* L. durch die schwarze Ventralseite des Abdomens. Auch die Coxen der Gliedmaßen und das Sternum sind schwarz gefärbt.

*Pronophaea natalica* Sim. ist an den gelben Femora leicht zu erkennen.

Abb. 5. *Torania nigriventris*, Körperlänge 16 mm, Cameroons, Präparat, fot. Kaldewey

*Sarascelis luteipes* Sim., eine Palpimanide, zeichnet sich durch das stark verdickte erste Beinpaar, gelbe Beine, hellrötlichbraune Körperfarbe und sehr langsame Bewegungen aus. Beachtenswert ist der Besitz von nur 2 Spinnwarzen.

*Gephyra viridipallida* sp. n. ist neu für Afrika; bisher wurden nur Arten aus Ceylon, Neuholland und Indochina beschrieben.

*Selenops radiatus* Latr., ähnlich platt gebaut, unterscheidet sich durch seine Augenstellung von ihr. Sein Abdomen ist auch nicht so länglich, sondern ähnelt mehr dem einer *Heteropoda.* Von seinen 8, zum Teil recht großen Augen sind 6 in einer Reihe an der Frontalseite des Ceph. angeordnet.

Auch die hier aufgeführte Pholcusart konnte nicht bestimmt werden, da bisher keine reifen Exemplare erbeutet wurden.

*Heteropoda venatoria* L., die hier an letzter Stelle erwähnt wird, ist deshalb keineswegs selten zwischen Cameroonsbananen.

*Guatemala:*

*Cupiennius Salléi* Keys. (Abb. 6 a-c), eine 30—33 mm lange Pisauride, besitzt an der Ventralseite der Femora seiner sandfarbenen Beine 3 deutliche schwarze Flecke, die sich auch — zwar nicht so ausgeprägt — auf die Dorsalseite dieser Beinglieder erstrecken. Die Lateralseiten des Abdomens sind rötlich gefärbt, die Ventralseite trägt ein breites, schwarzes Band. Das Sternum ist dunkelrot.

6a. *Cupiennius Salléi,* Körperlänge 32 mm, auf Banane, Guatemala, fot. Kaldewey

Abb. 6b. *Cupiennius Salléi,* Ventralansicht, fot. Kaldewey

Die 2. *Cupiennius*species ist sehr ähnlich gezeichnet, nur sind die Femoralflecken nicht so deutlich. Am Cephalothorax sieht man ein breites, helles Lateralband. Die Körperlänge eines subadulten Weibchens beträgt 2,2 cm.

*Clubiona tigrina* Cambr. ist an dem 3-zähnigen Tibialfortsatz des männlichen Palpus kenntlich. Die Art war bisher nur aus Mexiko bekannt.

Abb. 6c. *Cupiennius Salléi*, Frontalansicht, fot. Kaldewey

Verschiedene *Spermophora*arten, die *S. unicolor* Keys. und *S. lingua* sp. n. ähneln, sind sehr häufig zwischen den Guatemalabananen. Tiere der Gattung *Spermophora* werden nur mit amerikanischen Bananen eingeschleppt.

*Selenops mexicanus* Keys. ist in Mittelamerika ebenso wie im Norden Südamerikas weit verbreitet.

*Hypaeus benignus* Peckh., bei Cambridge unter *Amycus* C. L. Koch aufgeführt, wurde von mir auf Grund der Chelizerenbezahnung 1953 zu *Encolpius* gestellt. Die Simonsche Genusdiagnose (Hist. Nat.) spricht von nur 3 Zähnen am inneren Chelizerenfalzrand, während die meisten *H.-benigus*exemplare dort 5—6 Zähne tragen. Auch das Verhältnis von Hauptaugendurchmesser und Höhe des Clypeus ist bei dieser Art meist nicht eindeutig im Sinne von *Hypaeus* bestimmt. Trotzdem stelle ich die Art hier zu *Hypaeus* Sim., weil sie mir hinsichtlich ihrer sexuellen Charaktere dort am besten untergebracht erscheint.

Abb. 7a. *Phoneutria boliviensis*, Körperlänge 3,4 cm, Ecuador, fot. Kaldewey

*Phoneutria boliviensis* Cambr. (Abb. 7a, b), eine mehr oder weniger grau- bis dunkelbraun gefärbte Ctenide von 3,5 bis 4 cm Körperlänge, wird von Hafenarbeitern wegen ihrer Größe oft mit Vogelspinnen verwechselt, unterscheidet sich aber leicht durch ihre Chelizeren- und Augenstellung davon. 4 große Augen sind trapezförmig an der Stirnseite des Cephalothorax angeordnet, während bei

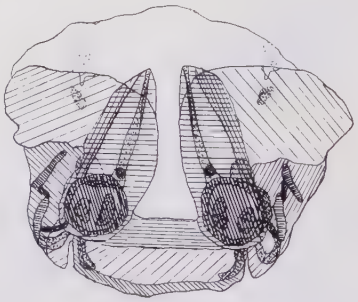


Abb. 7b. *Phoneutria boliviensis*, Vulva, Orig. Streland

Vogelspinnen die Augen auf einem Hügel zusammengedrängt stehen. Die Unterscheidung von anderen Tieren der Gattung *Phoneutria* geschieht durch Vergleich der Sexualorgane. Die Strukturen der Vulva sind aus der Abb. 7 b zu ersehen.

*Tegenaria domestica* Cl. ist „unsere" allbekannte Hausspinne, eine fast kosmopolitische Spezies.

*Ecuador:*

*Cupiennius exterritorialis* Strand ist sehr nahe mit *Cupiennius Salléi* verwandt, unterscheidet sich von ihm aber insbesondere durch das Fehlen eines breiten, schwarzen Bandes auf der Ventralseite des Abdomens. Die Ringelung der Unterseite der Femora ist nicht konstant. Ich besitze Exemplare, deren Femora unterseits tiefschwarz gefärbt sind. Ich identifiziere meine Typen aus Ecuador mit der Strandschen Art *C. exterritorialis*, weil sie — wie Strand schreibt— im männlichen Geschlecht (nur ein Männchen lag Strand von der Spezies vor, dessen Herkunft fraglich war) strukturell mit dem Palpus von *C. foliatus* Cambr. übereinstimmen. Man findet bei *C. exterritorialis*, der größten bekannten *Cupiennius*art, auch nicht die bei *C. Salléi* Keys. vorhandenen je zwei weißgrauen Flecken auf der Dorsalseite des Abdomens, die zu beiden Seiten des Foliums an der breitesten Stelle desselben und caudalwärts davon angeordnet sind. Die Unterscheidung einer Reihe von *Cupiennius*arten nach den Vulvenstrukturen ist nicht möglich. Sämtliche *Cupiennius*arten besitzen eine 3. Tarsalklaue, wodurch man sie leicht von sehr ähnlichen *Cteniden* trennen kann. Pisauridencharakteristika, wie Fiederhaare und Eierkokontransport mittels der Chelizeren, zeigen sie aber nicht. Der Eierkokon wird nach *Lycosiden*art (der sich aber auch *Pisauriden* der Gattung *Xingusiella* Mello-Leitao und *Ancylometes* Bertkau bedienen) an die Spinnwarzen geheftet. Im Beutefangmodus bestehen zwischen den Gattungen *Cupiennius* und *Ctenus* und der *Ctenid*engattung *Phoneutria* viele Übereinstimmungen. Wie mir Dr. Homann brieflich mitteilte, haben die Augen Ctenidenmerkmale. Die Vorderseitenaugen haben nach unten außen sehr schräg gerichtete Achsen und zeigen das helle Leuchten der Augen mit flächenhaftem Tapetum. Es bleibt also dem einzelnen Systematiker überlassen, welches Kriterium er bevorzugt bewerten will. Daher wird die Gattung *Cupiennius* von Simon und Mello-Leitao zu den *Cteniden*, von Cambridge und Strand zu den *Pisauriden* gestellt. Ich selbst habe die *Cteniden* 1953 in die Superfamilie *Lycosaeformia* eingeordnet, während Mello-Leitao für die Familie *Ctenidae* (mit *Cupiennius*), *Acanthoctenidae* und *Zoropsidae* eine besondere Super-Fam. begründete.

*Breda milvina* C. Koch (Abb. 8) ist eine 16 mm lange marpissenähnliche Salticide von flachgedrücktem Körperbau und einprägsamer Zeichnung.

Abb. 8. ***Breda milvina***, Körperlänge 16 mm, Ecuador, fot. Kaldewey

*Xenesthis* sp., eine 4 cm große Vogelspinne mit bestachelten Extremitäten, gehört zu den wenigen *Avicularüden,* deren Biß auf Warmblüter wirkt.

*Theridium acutiventer* Keys. ist eine 2,7 mm lange, dunkel gefärbte *Theridiide,* die man leicht an dem spitzen Höcker ihres Abdomens erkennt.

*Mecynometa quadrituberculata,* eine in die Unterfamilie *Meteae* gehörende orbitele Araneide mit 4-höckerigem Abdomen, die von PETRUNKEVITCH und KÄSTNER in die Familie *Tetragnathidae* gestellt wird, besitzt eine Epigyne und muß nach dem kahnförmigen Tapetum ihrer Nebenaugen, das mit dem von Meta übereinstimmt, unbedingt den *Araneiden* zugeordnet werden. (vgl. HOMANN 1952).

*Synaema trimaculosum* und *Carcinarachne Brocki* sp. n. sind die einzigen *Thomisiden,* die bisher mit amerikanischen Bananen nach Deutschland gelangten und gesammelt wurden.

Die *Linyphiide Bolyphantes* sp. ist blaßbraun gefärbt und 3 mm lang.

*Psilochorus minimus* sp. n. gehört zu den kleinsten Spinnen.

*Acanthoctenus spinipes* Keys., eine cribellate Jagdspinne mit Ctenidenaugenstellung, gehört zu den häufigsten Spinnen der Ekuadorbananen und wird außerdem mit Colombiaimporten eingeschleppt. Das 1,5 cm große Tier ist an der Ringelung der Beine eindeutig zu erkennen. Beim Beutefang werden ähnlich wie bei *Cupiennius* die Stacheln der Beine erigiert.

*Selenops mexicanus* Keys. wird als einziges Selenopsspezies der Ecuadorbananen importiert. Die BERLANDsche Art *S. ecuadorensis,* von der der Autor glaubte, sie sei die erste bekannt gewordene Selenopide der amerikanischen Pazifikküste, ist nicht mehr aufrechtzuerhalten, da sie sich in keinem Punkt von *S. mexicanus* Keys. unterscheidet. Ich führe *S. ecuadorensis* Berl. daher hier als Syn. zu *S. mexicanus* Keys. auf.

*Hypaeus benignus* Peckh. wurde bereits bei den Bananenspinnen Guatemalas besprochen.

*Cupiennius foliatus* Cambr., eine gelb- bis mittelbraun gefärbte *Pisauride,* die ihren Eierkokon an die Spinnwarzen geheftet herumträgt, besitzt ein tiefschwarzes, ventrales Band auf dem Abdomen, dessen Breite variiert. Die STRAND'sche Art *C. subfoliatus* hat keine Berechtigung, da die angeblich trennenden Merkmale keine Konstanz aufweisen. *C. foliatus* wurde in Panama, Costa Rica und Nicaragua gefunden.

Über *Heteropoda venatoria* vergl. das bei der Besprechung der afrikanischen Bananenspinnen Gesagte.

Verschiedene, noch nicht determinierte *Corinna*arten sind sehr charakteristisch für Ecuadorbananen. Diese dunkel gefärbten *Clubioniden* stellen beiderseits offene Wohnröhren her und spinnen große Beutestücke nach Art gewisser *Cteniden, Acanthocteniden, Pisauriden* und *Sparassiden* ein.

*Anyphaena*arten kommen nie mit kanarischen Bananen nach Deutschland. Sie sind bezeichnend für mittel- und südamerikanische Importe.

Das gleiche gilt für Tiere der Gattung *Echemoides* Mello-Leitao 1938, *Gnaphosiden* mit stark entwickelten Spinnwarzen.

Die häufigste *Olios*art der Ecuadorbananen fällt durch ihre sattrote Körper- und Beinfärbung auf.

*Steatoda rubra* Keys. dürfte die kleinste bekannte *Steatoda*species sein. Sie erreicht eine Körperlänge von 2,6 mm und wurde in Brasilien gefunden. Nach SIMON (Hist. nat.) muß sie, wie auch die meisten anderen von

KEYSERLING aus Südamerika beschriebenen *Steatoda*arten, einer anderen Gattung zugewiesen werden. Da sie habituell einem *Theridion* ähnelt, sich aber in der Gestalt der Mundwerkzeuge davon unterscheidet, würde ich den vorläufigen Genusnamen *Metatheridion* gen. n. für sie vorschlagen[1]).

*Araneus trispinosus* Keys., eine Radnetzspinne, besitzt auf der Dorsalseite ihres Abdomens 3 Dornen, von denen die beiden seitlichen besonders spitz sind. Ihre Körperlänge beträgt 6,9 mm. Sie wurde in Columbien, Brasilien und Uruguay gefunden.

*Corythalia dimidiata* Sim. ist eine *Salticide*, deren Abdomen auf der Dorsalseite 2 breite, helle Horizontalbänder zeigt.

Die ecuadorianische *Psalmopoeus*art wurde in unreifem Zustand erbeutet, so daß sie nicht determiniert werden konnte. Möglicherweise handelt es sich um *P. plantaris* Poc.

Auch die *Avicularia* sp. kann erst nach ihrem Tode bestimmt werden. Spinnen der Gattung *Avicularia* wurden bisher nur aus Ecuador eingeschleppt.

*Linyphia* sp., 4 mm lang, Femora unbestachelt, Beine geringelt, hat von den amerikanischen *Linyphia*arten KEYSERLINGS die meiste Ähnlichkeit mit *L. nebulosa* Sund., weicht aber in der Bestachelung der Beine und der Struktur der Epigyne ganz erheblich ab. Sollte die Art noch nicht beschrieben worden sein, so schlage ich den Namen *L. musae* sp. n. für sie vor.

Abb. 9.
*Olios antiguensis*, Körperlänge 17 mm, Colombia, Präparat, fot. Kaldewey

*Colombia:*

*Olios antiguensis* Keys. (Abb. 9), 17—18 mm lang, ist die häufigste *Sparassside* der südamerikanischen Bananen. *Olios*arten werden nur aus Südamerika importiert. Gereizt nehmen sie eine Abwehrstellung ein, die der von *Phoneutria fera* gleicht. Selbst die oft beschriebenen „wiegenden" Körperbewegungen trifft man hier wieder.

*Psalmopoeus plantaris*, die bekannteste Vogelspinne der südamerikanischen Bananen, 3,5—4 cm lang, besitzt an den Maxillipalpen ein coxales Stridulationsorgan und am Körper und den Beinen eine lange, rotbraune Behaarung.

*Phoneutria depilata* Strand ähnelt sehr der größeren *P. boliviensis* Cambr. Da MELLO-LEITAO sie 1941 in seiner Liste der Spinnen Colombias als echte Art aufführt, soll sie auch hier genannt werden. Ob die zweifellos

[1]) Eine genaue Beschreibung und Begründung aller hier als gen. et sp. n. erwähnten Spinnen erfolgt an anderer Stelle.

vorhandenen Unterschiede in den Vulvenstrukturen beider Arten mehr als individuell sind, kann von hier aus nicht entschieden werden.

*Phoneutria colombiana* sp. n. gehört gleichfalls in die *P.-boliviensis*-gruppe. Die sehr große Spinne trägt dorsal auf dem Abdomen eine 2-reihige Punktzeichnung.

*Acanthoctenus spinipes* Keys. wurde bereits im vorigen Abschnitt besprochen.

Aller Wahrscheinlichkeit nach handelt es sich bei der colombianischen *Selenops*art auch um *S. mexicanus* Keys. Leider besitze ich kein reifes Weibchen.

*Spermophora lingua* sp. n. gehört in manchen Monaten zu den häufigsten Spinnen der Colombiabananen. Tiere der Gattung *Spermophora* tragen ihren Eierkokon mit den Chelizeren herum und erreichen eine Körperlänge von etwa 2 mm.

Über *Corythalia dimidiata* s. den Abschnitt „Ecuador".

*Anagraphis* (Schmidt 1953) ist syn. *Echemoides* M.-L. 1938 und unterscheidet sich von der SIMON'schen Gattung *Anagraphis* vor allem durch die Größe der Hauptaugen.

Über *Tegenaria domestica* Cl. vgl. den Abschnitt „Guatemala".

Abb. 10. ***Caira altiventer***, Körperlänge 9 mm, Colombia, fot. Kaldewey

Abb. 11 (rechts). ***Titanoeca luteipes*** mit Eierkokon, Körperlänge 6,5 mm, Brasil, fot. Kaldewey

*Caira altiventer* Cambr. (Abb. 10), eine Radnetzspinne von 9 mm Körperlänge, fällt durch die eigenartige Struktur ihres extrem hohen Abdomens auf, dessen 2 Höcker mit einer Anzahl von Warzen bedeckt sind. 1941 beschrieb MELLO-LEITAO eine *Kaira granadensis* aus Colombia, die offensichtlich von *C. altiventer* Cambr. nicht verschieden ist. Da er keine Beschreibung der Sexualorgane und keinerlei Abbildungen bringt, kann der Systematiker mit dieser Art nichts anfangen.

*Brasil:*

*Titanoeca luteipes* Keys. (Abb. 11) gehört zu den *cribellaten Amaurobiiden* (trotz abweichender Trichobothrienanordnung und Eikokonstruktur) und stellt ein bläulich schimmerndes Fangnetz her. Die schwarz gefärbte

Abb. 12a.
***Phoneutria fera*** auf Banane, Körperlänge 3,3 cm, Brasil

Abb. 13a. ***Ctenopsis stellata***, Körperlänge 2 cm, Brasil, Präparat, fot. Kaldewey

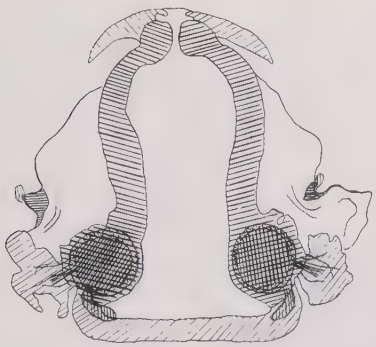


Abb. 12b.
***Phoneutria fera***, Vulva, Orig. Streland

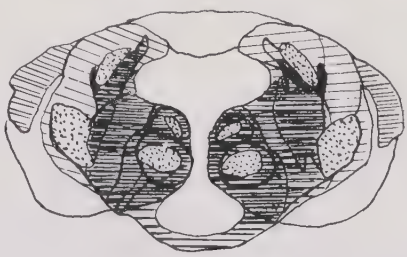


Abb. 13b.
***Ctenopsis stellata***, Vulva, Orig. Streland

Spinne mit den braungelben Beinen erreicht eine Körperlänge von etwa 6 mm. Ihr diskusförmiger Eierkokon ist gelblich gefärbt; die Eier schimmern rötlich durch.

*Siloca* sp. ist die häufigste fissidentate Brasilbananen*salticide*.

*Phoneutria fera* Perty (Abb. 12 a und b) wird bis zu 4 cm lang und ist durch Augenstellung, braune Körperfarbe und Form der Vulva hinlänglich gekennzeichnet.

*Lycosa erythrognatha* Luc. (syn. *L. raptoria* Walck., *L. rufimana* et *erythrostoma* C. Koch), eine zu den Wolfsspinnen gehörende Tarantel, wird etwa 2 cm groß.

*Ctenopsis stellata* sp. n. (Abb. 13 a und b), eine Giftspinne von 2 cm Körperlänge, erkennt man u. a. an den ausgeprägten Thoraxritzstrahlenstreifen.

Die brasilianische *Selenops*art konnte nicht bestimmt werden, da niemals reife Tiere erbeutet wurden.

Über *Echemoides* sp. vgl. die Abschnitte „Colombia" und „Ecuador".

Südamerikanische *Dendryphantes*arten erkennt man leicht an ihren abnorm langen und geschwungenen Chelizeren im männlichen Geschlecht. Es sind unidentate *Salticiden.*

Bei *Myrmarachne* sp. handelt es sich um eine ameisenartig aussehende pluridentate Springspinne von 4 mm Körperlänge. Die Grundfarbe ihres Körpers ist schwarz.

Die brasilianische *Zelotes*spezies, eine *Gnaphoside,* unterscheidet sich im Aussehen kaum von einheimischen Exemplaren und ist schwarz gefärbt. Sie konnte wegen ihres unreifen Zustandes nicht bestimmt werden.

*Metagonia bicornis* Keys. ist eine 6-äugige *Pholcide,* die in beiden Geschlechtern ein 2-höckeriges Abdomen besitzt. In meiner Sammlung befindet sich ein Männchen.

Spinnen, die schwierig zu erkennen sind, wurden ebensowenig wie manche sehr häufigen kosmopolitischen und kosmotropischen Arten in die Tabelle aufgenommen und besprochen. Die beigefügten Abbildungen werden insbesondere dem Nichtfachmann sicherlich willkommen sein.

Die folgenden erleichterten Bestimmungstabellen berücksichtigen einfachste Merkmale und führen in jedem Fall sehr schnell zum Ziel. Zur Sicherheit aber vergleiche man die Ergebnisse der Tabellen II und III mit dem entsprechenden Abschnitt der Tabelle I.

*Tabelle II*

Bestimmung der Bananenherkünfte

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | *Philodromiden* (Abb. 4) | vorhanden | 2 |
| — | *Philodromiden* | fehlend | 4 |
| 2. | *Tibellus seriepunctatus* (Abb. 4) | vorhanden | Franz.-Guinea |
| — | *Tibellus seriepunctatus* | fehlend | 3 |
| 3. | *Torania nigriventris* (Abb. 5) | vorhanden | Cameroons |
| — | *Torania nigriventris* | fehlend | Canaren |
| 4. | *Phoneutria boliviensis* (Abb. 7) | vorhanden | 5 |
| — | *Phoneutria boliviensis* | fehlend | Brasilien |
| 5. | *Heteropoda venatoria* | vorhanden | Ecuador |
| — | *Heteropoda venatoria* | fehlend | 6 |
| 6. | *Olios antiguensis* (Abb. 9) | vorhanden | Colombia |
| — | *Olios antiguensis* | fehlend | Guatemala |

*Tabelle III*

Bestimmung der Bananenherkünfte

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | *Teutana nobilis* (Abb. 2) oder (und) *Zoropsis rufipes* (Abb. 1) | vorhanden | Canaren |
| — | *Teutana nobilis* oder (und) *Zoropsis rufipes* | fehlend | 2 |
| 2. | *Cteniforme Spinnen* (Abb. 6, 7, 12, 13) | vorhanden | 4 |
| — | *Cteniforme Spinnen* | fehlend | 3 |
| 3. | *Torania nigriventris* (Abb. 5) | vorhanden | Cameroons |
| — | *Torania nigriventris* | fehlend | Franz.-Guinea |
| 4. | *Phoneutria fera* (Abb. 12) | vorhanden | Brasilien |
| — | *Phoneutria fera* | fehlend | 5 |
| 5. | *Heteropoda venatoria* | vorhanden | Ecuador |
| — | *Heteropoda venatoria* | fehlend | 6 |
| 6. | *Cupiennius Salléi* (Abb. 6) | vorhanden | Guatemala |
| — | *Cupiennius Salléi* | fehlend | Colombia |

Das verarbeitete Tiermaterial wurde von mir für eine physiologische Untersuchung von Herrn Prof. Dr. Friedrich Brock gesammelt, welche die Deutsche Forschungsgemeinschaft geldlich unterstützte. Ich benutze diese Gelegenheit, sowohl der DFG als auch meinem hochverehrten Lehrer an dieser Stelle zu danken.

## Literaturverzeichnis

Berland, Araignées de l'Equateur, Paris 1913.

Belrand et Millot, Les Araignées de L'Afrique Occidentale Francaise, Paris 1939.

Blackwall, Notice of several species of spiders, Ann. Mag. Hist. Nat. 1868.

Bösenberg, Beitrag zur Kenntnis der Arachnidenfauna, Hamburg 1894.

Cambridge, On some new or little known Araneidea, Proc. Zool. London 1907.
— — On cteniform spiders, London 1897.
— — New species of spiders, London 1902.
— — Biologia Centrali Americana, London, 1889—1905.

Dahl, Tierwelt Deutschlands, Jena 1926—53.
— — Über den Wert des Cribellums, Berlin 1901.

Denis, Les Araignées des Iles Canaries, Ann. Soc. ent. Fr., Paris 1941.

Gerhardt-Kästner, Araneae, Handb. d. Zool., Berlin 1937—41.

Homann, Die Nebenaugen der Araneen, Zool. Jb. Jena 1952.

Keyserling, Die Spinnen Amerikas, Nürnberg 1880—93.

Lucas, Arachnides, Hist. Nat. des Iles Canaries, Paris 1838.

Mello-Leitao, Essai monogr. de la Famille Acanthoctenidae, Rio 1936.
— — Pholcidas do Brasil, Rio 1918.
— — Contribution à l'étude des Cténides, Riga 1936.
— — Aranhas, de Buenos Aires, Buenos Aires 1940.
— — Notas sobre a sistematica, Ann. Ac. Bras. Sci. Rio 1941.
— — Notas sobre os Pholcidae, Rio 1946.
— — Aranhas do Parana, Arq. Mus. Par. Curitiba 1947.
— — Aranhas do Xingu, Rio 1940.
— — Ctenidae Keyserling. 6. Cong. int. ent. Madrid 1940.
— — Catalogo das Aranhas da Colombia, Rio 1941.

Petrunkevitch, Systema Aranearum, New Haven 1928.

Roewer, Katalog der Araneae, Bremen 1942

Schmidt, Sind mit Bananen eingeführte Spinnen gefährlich? Obst u. Gem., Hamburg 1952.
— — Spinnenpflege im Terrarium, D. Aqu. u. Terr. Z. Stuttgart 1952.
— — Eine deutsche Spinne, die Wirbeltiere frißt, Orion, 1953.
— — Spinnentiere, die mit Bananen in Hafenstädte eingeschleppt werden, Städtehygiene, Freiburg, 1953.
— — Über die Bedeutung der mit Schiffsladungen in Deutschl. eingeschl. Spinnentiere, Anz. f. Schädl.kunde Berlin-Hamburg, 1953.
— — Über die Notwendigkeit der Beachtung hygienischer Maßnahmen . ., Städtehygiene, Freiburg, 1954.
— — Über das Auftreten mittel- und südamerikanischer Giftspinnen in Deutschland, Ärztl. Praxis, München 1954.

Simon, Synopsis des Dysdera, Bruxelles 1907.
— — Arachnides de France, Paris 1874—1929.
— — Histoire Naturelle des Araignées, Paris 1892—1903.

Strand, Neotrope cteniforme Spinnen, Zool. Jb. Jena, 1910.

# Statistische Methoden zur Untersuchung von Insektenpopulationen

dargestellt am Beispiel des Grauen Lärchenwicklers
*(Eucosma griseana* Hb. = *Semasia diniana* Gn.*)*

Von
A. Kaelin, Zürich, und C. Auer, Chur

## Teil II
## Lärchenwicklerbefall und Standortsfaktoren

### 6. Die Abhängigkeit des LW-Befalls im Oberengadin 1951 von einigen Standortsfaktoren

#### a) Bedeutung der Standortsfaktoren für den LW-Befall

Eine bedeutsame Rolle bei der Frage nach den Ursachen, die die Entwicklung einer Gradation begünstigen, kommt den Standortsfaktoren zu. Als solche wurden in Kapitel 2 bei der Aufstellung des Stichprobenplanes namentlich die Höhenlage, die Talseiten und die Talabschnitte bzw. Gemeinden erwähnt. Diese erste Unterteilung war naturgegeben bzw. durch organisatorische Gründe bedingt und es war daher geboten, ihr im Stichprobenplan Rechnung zu tragen.

Unter den ökologischen Faktoren, die seit jeher als von einem gewissen Einfluß auf die Entfaltung des LW betrachtet wurden, sind neben der Höhe des Bestandes über Meer und der Exposition, welche beide eine Verfeinerung der ersten Unterteilung nach Höhengürteln und Talseiten darstellen, die Art der Bodendecke und der Lärchenanteil im Bestand zu nennen.

Die Höhenlage könnte als ökologischer Faktor insofern eine Rolle spielen, als schon frühzeitig beobachtet wurde, daß die Gradation im ersten Jahr des Auftretens zunächst auf die tiefern Lagen beschränkt blieb und der LW im Laufe der Gradationsjahre erst nach und nach höhere Lagen aufsuchte. Es ist noch unklar, ob hier nur rein lokalklimatische Einflüsse im Spiele sind, oder ob dabei irgendwelche Verdrängungsfaktoren mitbeteiligt sind, welche es dem LW unmöglich machen, sich in Beständen, die soeben eine Gradation überstanden und sich wieder erholt haben, in größerem Ausmaß erneut festzusetzen. Hinsichtlich der Exposition konnte man unmittelbar nach Beendigung der Gradationsjahre im Zweifel sein, ob sie eine Rolle spiele, ergab sich doch kein gesicherter Unterschied weder zwischen den Talseiten noch zwischen den Expositionen. Das Bild änderte sich aber schon im Jahre 1950, indem sich deutlich zeigte, daß der LW die sonnig warmen Lagen von *E* über *S* bis *W* bevorzugt. Bereits hier erhebt sich die Frage: Wirken diese beiden Faktoren unabhängig voneinander oder

ist es vielleicht so, daß sich die Exposition in den verschiedenen Höhenstufen von je 50 m verschieden auswirkt?

Waldbaulich von großer Tragweite könnte es auch sein, wenn sich ergeben sollte, daß der LW-Befall mit zunehmendem Lärchenanteil im Bestand zunimmt. Man müßte aus einem solchen Ergebnis schließen, daß die direkte und indirekte Bevorzugung der Lärche, welche im Verlauf der Jahrhunderte zur Entstehung ausgedehnter reiner Lärchenwaldungen geführt hatte, das massenhafte Auftreten des LW ursächlich gefördert hat. Anderseits böten die natürlichen, standortsgemäßen Mischwälder aus Lärchen, Arven und teilweise Fichten und Föhren weniger gute Voraussetzungen. Nun ist es aber so, daß die reinen oder nahezu reinen Lärchenbestände zur Hauptsache in sonnig warmen Lagen stocken, wogegen die Mischbestände in den schattigen Lagen vorherrschen. Es kommt daher zum Einfluß der Exposition noch der Einfluß des Lärchenanteils hinzu, und zwar wirkt sich dieser in sonnigen Lagen im allgemeinen verstärkend, in schattigen Lagen verkleinernd auf den LW-Befall aus. In ähnlichem Sinne wie die Exposition ist auch die Höhenlage auf die Zusammensetzung des Bestandes wirksam.

Ähnlich komplexe Verhältnisse liegen vor beim Einfluß der Beschaffenheit der Bodendecke, die als Verpuppungsmilieu eine Rolle spielen könnte. So liegen die typischen Weideböden im Gegensatz zu Oberflächen mit Moos und mehr oder weniger ausgebildetem Auflagehumus zur Hauptsache in tiefern Lagen und kommen sehr häufig in reinen Lärchenbeständen vor.

Als weitere Faktoren ließen sich Brusthöhendurchmesser der Lärchen, die Stellung des Baumes im Bestand und Vorkommen und Häufigkeit von Ameisen nennen. Die Einführung des Brusthöhendurchmessers der Lärchen als möglicher Faktor ist begründet in der Beobachtung, daß junge Lärchen relativ gut davon kommen. In bezug auf den Einfluß der Baumstellung im Bestand wurde öfters beobachtet, daß Randbäume dem Befall stärker ausgesetzt sind als Bäume im Inneren des Bestandes. In diesem Zusammenhang ist auch auf die Vermutung hinzuweisen, daß Ameisen — in der Regel handelt es sich um die rote Waldameise *Formica rufa* — als natürliche Feinde des LW in Frage kommen könnten, obwohl, was die Deutung wiederum nicht gerade erleichtert, die Ameisen die Waldränder ebenfalls bevorzugen.

### b) Exposition, Bodenvegetation, Höhenlage und Lärchenanteil als Standortsfaktoren

Von diesen zahlreichen Faktoren sollen im folgenden nur die durchschnittliche Höhenlage und Exposition, der Lärchenanteil im Bestand und die durchschnittliche Bodenvegetation der Stichprobeorte, die zusammen doch ein ziemlich geschlossenes Faktorensystem bilden dürften, betrachtet werden. Schon oben wurde darauf hingewiesen, wie vielfältig die Einflüsse dieser Faktoren miteinander verflochten sind. Diese Verflechtung bedeutet, daß man nicht einen Faktor wie z. B. den Einfluß der Exposition losgelöst von den andern betrachten kann, ohne den Beobachtungen Gewalt anzutun. Die acht Befallswerte für die Exposition in Tabelle 10 sind nicht einfach das unmittelbare Ergebnis des Faktors Exposition, vielmehr ist es möglich, und in diesem Falle sogar sehr wahrscheinlich, daß in jedem der

acht Werte auch Einflüsse der Höhenlage, des Lärchenanteils und der Bodenvegetation mit einem unbekannten Anteil stekken, und zwar derart, daß nicht einfach angenommen werden kann, für eine bestimmte Exposition mittelten sich diese Einflüsse heraus. Im Gegenteil haben wir ja gesehen, daß Exposition und Lärchenanteil sich in ihrer Wirkung steigern. Ähnliches gilt für den Einfluß der Bodenvegetation (Tabelle 11), welcher wiederum nicht nur das Ergebnis der Bodenbedeckung, sondern ebenso der andern Einflüsse wie Exposition, Höhenlage und Lärchenanteil ist; und desgleichen für den Einfluß der Höhenstufen (Tabelle 12 und Figur 3) und des Lärchenanteils (Tabelle 13 und Figur 4).

Ein richtiges Bild von der Bedeutung der einzelnen Einflüsse kann man sich erst machen, wenn es gelingt, diese Einflüsse voneinander zu trennen. Es handelt sich also beispielsweise darum, den Einfluß der Exposition nach Ausschaltung des Einflusses der Bodenvegetation und bei konstanten Höhenstufen und Lärchenanteilen zu bestimmen. Dies setzt allerdings das Erfülltsein gewisser Annahmen über die Wechselwirkung zwischen Exposition und Bodenvegetation voraus und je nachdem werden die Schlußfolgerungen und die

*Tabelle 10.* Befall nach Expositionen

| Exposition | Anzahl Stichproben | Gesamtzahl LW | *DS* |
|---|---|---|---|
| *N* | 19 | 162 | 8.526 |
| *NE* | 38 | 236 | 6.211 |
| *E* | 24 | 417 | 17.375 |
| *SE* | 55 | 1310 | 23.818 |
| *S* | 19 | 572 | 30.105 |
| *SW* | 11 | 27 | 2.455 |
| *W* | 36 | 822 | 22.833 |
| *NW* | 99 | 669 | 6.758 |
| Total | 301 | 4215 | 14.003 |

*Tabelle 11.* Befall nach Bodenvegetation

| Bodendecke | Anzahl Stichproben | Gesamtzahl LW | *DS* |
|---|---|---|---|
| Weiderasen | 175 | 3544 | 20.251 |
| Rhodoreto-Vaccinetum | 126 | 671 | 5.325 |
| Total | 301 | 4215 | 14.003 |

*Tabelle 12.* Befall nach Höhenstufen

| Höhenstufe $x_1$ | Klasse | Anzahl Stichproben | Gesamtzahl LW | *DS* |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1625—1674 | 8 | 117 | 14.625 |
| 2 | 1675—1724 | 10 | 139 | 13.900 |
| 3 | 1725—1774 | 13 | 143 | 11.000 |
| 4 | 1775—1824 | 24 | 285 | 11.875 |
| 5 | 1825—1874 | 24 | 435 | 18.125 |
| 6 | 1875—1924 | 32 | 632 | 19.750 |
| 7 | 1925—1974 | 41 | 486 | 11.854 |
| 8 | 1975—2024 | 56 | 925 | 16.518 |
| 9 | 2025—2074 | 32 | 224 | 7.000 |
| 10 | 2075—2124 | 32 | 507 | 15.844 |
| 11 | 2125—2174 | 17 | 247 | 14.529 |
| 12 | 2175—2224 | 12 | 75 | 6.250 |
| Total | | 301 | 4215 | 14.003 |

*Tabelle 13.* Befall nach Lärchenanteil

| Lärchenanteil $x_2$ | Anzahl Stichproben | Gesamtzahl LW | *DS* |
|---|---|---|---|
| 10 | 47 | 1653 | 35.170 |
| 9 | 14 | 302 | 21.571 |
| 8 | 26 | 654 | 25.154 |
| 7 | 21 | 292 | 13.905 |
| 6 | 47 | 480 | 10.213 |
| 5 | 32 | 266 | 8.312 |
| 4 | 52 | 326 | 6.269 |
| 3 | 32 | 163 | 5.094 |
| 2 | 24 | 59 | 2.458 |
| 1 | 6 | 20 | 3.333 |
| Total | 301 | 4215 | 14.003 |

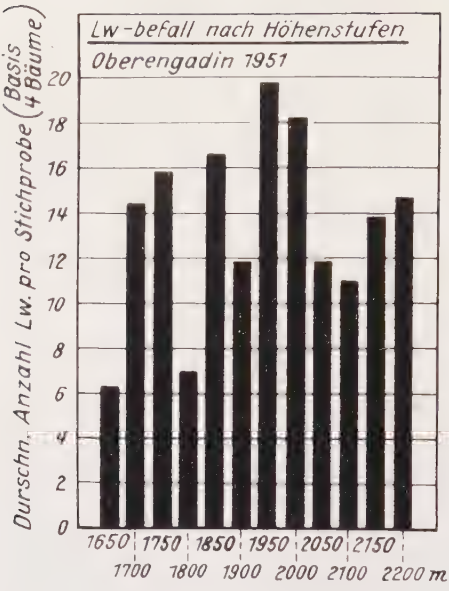



Fig. 3. Der Lärchenwickler-Befall im Jahre 1951 im Oberengadin in Abhängigkeit von der Höhenlage

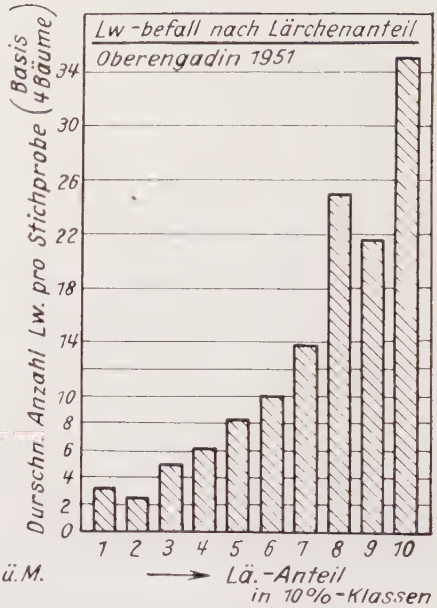



Fig. 4. Der Lärchenwickler-Befall im Jahre 1951 im Oberengadin in Abhängigkeit vom Lärchenanteil

Schätzungen der von den übrigen Einflüssen befreiten Wirkungen von Exposition bzw. Bodenbedeckung verschieden ausfallen.

Es ist übrigens darauf hinzuweisen, daß Exposition und Bodenbedekkung einerseits und Höhenstufen und Lärchenanteil anderseits in den Untersuchungen eine unterschiedliche Rolle spielen. Bei der Exposition und Bodenbedeckung handelt es sich um eine Einteilung des Materials in 8 resp. 2 Klassen, was zu $8 \times 2 = 16$ Expositions-Bodenbedeckungs-Klassen führt. Eine weitere Unterteilung des Materials nach Höhen- und Lärchenanteil-Klassen wäre an sich möglich und würde zu $12 \times 10$ Höhen-Lärchenanteil-Klassen führen. Alles in allem bekäme man auf diese Weise eine Aufteilung der Befallszahlen an den 301 Stichprobeorten in $8 \times 2 \times 12 \times 10 = 1920$ Klassen, wovon kaum ein Sechstel besetzt wären. Hätten wir in jeder der 1920 Klassen, sagen wir, je eine Beobachtung, so wäre die große Zahl der Klassen kein unüberwindliches Hindernis für die rechnerische Bewältigung des Materials und die Wechselwirkungen zwischen den vier Faktoren ließen sich relativ leicht untersuchen. Da aber das Material diese wünschenswerte Eigenschaft der gleichmäßigen Verteilung der Beobachtungen auf die Klassen nicht aufweist, ist es am zweckmäßigsten, den quantitativen Charakter der Klasseneinteilung für Höhenstufen und Lärchenanteil im Gegensatz zum qualitativen derjenigen für Exposition und Bodenbeschaffenheit tatsächlich auszunützen. Es bedeutet dies, daß man den LW-Befall $y$ an einem bestimmten Stichprobeort den für diesen Ort gültigen Werten $x_1$ der Höhe über Meer und $x_2$ des Lärchenanteils im Bestand zuordnet. Die Zahlen 1—12 bzw. 1—10 in den betreffenden Aufstellungen sind dann nicht mehr Symbole, um die Klassen zu numerieren, sondern sie bezeichnen Werte von Variabeln $x_1$ und $x_2$, in Abhängigkeit von denen der Befall $y$ variiert. Für die Rechnungen erweist es sich als zweckmäßig,

$x_1$ und $x_2$ passend zu normieren: so wird für die Höhenlage $x_1$ eines Baumes nicht direkt die Höhe über Meer angegeben, sondern es werden Klassen von 50 m Höhendifferenz gebildet und die Nummer der Klasse, welcher der Baum angehört, zur Kennzeichnung der Höhenlage benutzt, wobei der Anfang der Numerierung der Klassen z. B. bei der tiefsten für die Erhebung in Betracht kommenden Höhenstufe angesetzt werden kann. Ähnlich für den Lärchenanteil $x_2$, der angibt, wieviele der 10 Bäume in der nächsten Umgebung des Probebaumes Lärchen sind. $x_1$ und $x_2$ sind im folgenden die auf die nächste ganze Zahl auf- oder abgerundeten Durchschnittswerte der vier Bäume pro Stichprobeort.

In Tabelle 14 stellen wir zunächst die Summen und der Durchschnitte der 301 Beobachtungen für $y$, $x_1$ und $x_2$ zusammen.

*Tabelle 14.* Summen und Durchschnitte von $y$, $x_1$ und $x_2$ ($N = 301$).

$Sy = 4215$, $\overline{y} = 14.003\,322$
$Sx_1 = 1764$, $\overline{x_1} = 5.860\,465$
$Sx_2 = 1751$, $\overline{x_2} = 5.817\,276$

Tabelle 15 enthält die Summen der Quadrate und Produkte der Abweichungen $S(y-\overline{y})^2$, $S(y-\overline{y})(x_1-\overline{x}_1), \ldots, S(x_2-\overline{x}_2)^2$ der 301 Werte $y$, $x_1$, $x_2$ von ihren zugehörigen Durchschnittswerten. Da wir auf den Durchschnitt reduziert haben, besteht für $y$, $x_1$ und $x_2$ zwischen den Abweichungen je eine lineare Beziehung, nämlich diejenige, daß die algebraische Summe Null ist. Die Summen der Quadrate haben demnach $301 - 1 = 300$ Freiheitsgrade. Diese $SQ$ und $SP$ werden wir im folgenden ständig benötigen.

## c) Abhängigkeit des LW-Befalls von Lärchenanteil und Höhenstufen (Methode der Regression)

### Regression des Befalls nach dem Lärchenanteil

Einen ersten Einblick in die Abhängigkeit des Befalls von den 4 Faktoren erhalten wir, wenn wir jeden der Faktoren für sich betrachten, so wie wenn die andern Faktoren keinen Einfluß hätten. Nehmen wir z. B. den Befall in Abhängigkeit vom Lärchenanteil. Ein Blick auf die durchschnittlichen Befallswerte in den Lärchenanteil-Klassen von Tabelle 13 belehrt uns, daß nicht nur große Unterschiede zwischen den einzelnen Klassen vorhanden sind, sondern daß der durchschnittliche Befall mit zunehmendem Lärchenanteil deutlich zunimmt. Obwohl wir uns durchaus bewußt sind, daß in diesen Zahlen Einflüsse von seiten der Exposition, der Bodenvege-

*Tabelle 15.* Summen der Quadrate und Produkte der Abweichungen von $y$, $x_1$ und $x_2$ von ihren Durchschnitten (300 *FG*)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $S(y-\overline{y})^2$ | $Sy^2$ | $-(Sy)^2/N$ | $=$ 220835 | $-$ (4215)$^2$/301 | $=$ 220835 | $-$ 59024.003 $=$ 161810.997 |
| $S(y-\overline{y})(x_1-\overline{x}_1)$ | $Syx_1$ | $-(Sy)(Sx_1)/N$ | $=$ 25359 | $-$ (4215)$\times$(1764)/301 | $=$ 25359 | $-$ 24701.860 $=$ 657.140 |
| $S(y-\overline{y})(x_2-\overline{x}_2)$ | $Syx_2$ | $-(Sy)(Sx_2)/N$ | $=$ 32665 | $-$ (4215)$\times$(1751)/301 | $=$ 32665 | $-$ 24519.817 $=$ 8145.183 |
| $S(x_1-\overline{x}_1)^2$ | $Sx_1^2$ | $-(Sx_1)^2/N$ | $=$ 12466 | $-$ (1764)$^2$/301 | $=$ 12466 | $-$ 10337.860 $=$ 2128.140 |
| $S(x_1-\overline{x}_1)(x_2-\overline{x}_2)$ | $Sx_1x_2$ | $-(Sx_1)(Sx_2)/N$ | $=$ 10487 | $-$ (1764)$\times$(1751)/301 | $=$ 10487 | $-$ 10261.674 $=$ 225.326 |
| $S(x_2-\overline{x}_2)^2$ | $Sx_2^2$ | $-(Sx_2)^2/N$ | $=$ 12241 | $-$ (1751)$^2$/301 | $=$ 12241 | $-$ 10186.050 $=$ 2054.950 |

tation und der Höhenlage stecken dürften, können wir, indem wir diese Einflüsse vorläufig ignorieren, zunächst untersuchen, ob die Unterschiede zwischen den 10 Lärchenanteil-Klassen nur zufällig oder gesichert sind, vorerst ganz ohne Rücksicht darauf, daß der Lärchenanteil ein meßbares Merkmal ist, in welcher Eigenschaft er uns später fast ausschließlich begegnen soll. Ein Maß für die Befallsunterschiede zwischen den Lärchenanteil-Klassen erhalten wir, wenn wir die Summe der Quadrate der Abweichungen des Befalls in jeder der 10 Klassen vom Gesamtdurchschnitt bilden, wobei das Quadrat jeder Abweichung für eine Klasse so oft zu nehmen ist, als die Klasse Stichproben ($n$) enthält. Wir erhalten also für die „Summe der Quadrate zwischen den Klassen“:

$$47\,(35.170 - 14.003)^2 + \ldots + 6\,(3.333 - 14.003)^2$$
$$= 1653 \times 35.170 + \ldots + 20 \times 3.333 - 4215 \times 14.003 \approx 95360$$

mit 10—1 = 9 Freiheitsgraden, da für die Abweichungen die lineare Beziehung gilt

$$47\,(35.170 - 14.003) + \ldots + 6\,(3.333 - 14.003) = 0,$$

oder, was damit gleichbedeutend ist, weil sich zwischen den 10 Klassen 9 unabhängige Vergleiche anstellen lassen. Der Unterschied von 161'811 (Tabelle 15), welches die Summe der Quadrate der Abweichungen aller 301 Befallswerte vom Gesamtdurchschnitt darstellt, und von 95'360, welches die Abweichungen zwischen den Lärchenanteil-Klassen wiedergibt, ist dann offenbar die Summe der Quadrate der Abweichungen der 47 Werte in Klasse 10 von ihrem Durchschnitt 35.170 + . . . + Summe der Quadrate der Abweichungen der 6 Werte in Klasse 1 von ihrem Durchschnitt 3.333 und gibt die „Summe der Quadrate innerhalb der Klassen“ mit (47—1) + . . . + (6—1) = 301—10 = 291 FG in der Streuungszerlegung für Lärchenanteil-Klassen (Tabelle 16).

*Tabelle 16.* Streuungszerlegung für Lärchenanteil-Klassen

| Ursache der Variabilität | *FG* | *SQ* | *DQ* | |
|---|---|---|---|---|
| Zwischen Lärchenanteil-Klassen | 9 | 95360 | 10596 | $F = 46.474^{***}$ |
| Innerhalb Lärchenanteil-Klassen | 291 | *66451 | 228 | |
| Insgesamt | 300 | 161811 | | |

*) Durch Subtraktion

Die Anteile der Streuung zwischen und innerhalb der Klassen werden erst vergleichbar, wenn man sie auf dieselbe Zahl Freiheitsgrade bezieht, d. h. wenn man die Durchschnittsquadrate *DQ* bildet, welche die Quotienten von *SQ* durch den zugehörigen Freiheitsgrad darstellen. Es zeigt sich, daß das *DQ* zwischen den Klassen wesentlich größer ist als dasjenige innerhalb der Klassen, und daß der Quotient *F* der *DQ* sehr stark gesichert ist. Es bedeutet dies, daß sehr wesentliche Befallsunterschiede zwischen den Lärchenanteil-Klassen vorhanden sind.

Es erhebt sich nun die Frage: Können diese Unterschiede zwischen den 10 Klassen durch die Zunahme des Lärchenanteils im Bestand erklärt werden? Zu dem Zweck müssen wir den LW-Befall in Abhängigkeit vom Lärchenanteil als meßbarem Merkmal betrachten; wir müssen also, in Form einer Regression, eine Beziehung herstellen zwischen dem LW-Befall und

der Größe des Lärchenanteils, etwa indem wir, wie die Ergebnisse dies nahelegen, eine lineare Abhängigkeit des LW-Befalls von der Größe des Lärchenanteils annehmen. Beziehen wir, wie wir dies nun schon gewohnt sind, $y$ und $x_2$ auf die Durchschnitte $\overline{y}$ und $\overline{x}_2$, so haben wir diejenige Gerade

$$(Y - \overline{y}) = a_2 + b_2 (x_2 - \overline{x}_2)$$

zu finden, die die Beobachtungen möglichst gut wiedergibt. Als Maß für die Güte der Angleichung der Regressionsgeraden an die Beobachtungen pflegt man die Abweichungen der beobachteten Werte $y - \overline{y}$ von den gerechneten $Y - \overline{y}$ zu betrachten und zwar die Summe der Quadrate der Abweichungen. Man hat demnach $a_2$ und $b_2$ so zu bestimmen, daß

$$U = \sum_1^{301} [(y - \overline{y}) - (Y - \overline{y})]^2 = \sum_1^{301} [(y - y) - a_2 - b_2 (x_2 - \overline{x}_2)]^2$$

möglichst klein wird. Als Bestimmungsgleichungen für $a_2$ und $b_2$ erhalten wir, indem wir die partiellen Ableitungen von $U$ nach $a_2$ und $b_2$ Null setzen

$$\frac{\partial U}{\partial a_2} : -2 \sum_1^{301} [(y - \overline{y}) - a_2 - b_2 (x_2 - \overline{x}_2)]$$

$$\equiv -2 \left[\sum_1^{301} (y - \overline{y}) - 301\, a_2 - b_2 \sum_1^{301} (x_2 - \overline{x}_2)\right]$$

$$\equiv -2 [0 - 301\, a_2 - b_2 \times 0] = 0$$

d. h. $\hat{a}_2 = 0$, was zeigt, daß die Regressionsgerade durch den Punkt $(\overline{x}_2, \overline{y})$ geht, — und

$$\frac{\partial U}{\partial b_2} : -2 \sum_1^{301} (x_2 - \overline{x}_2)[(y - \overline{y}) - b_2 (x_2 - \overline{x}_2)]$$

$$\equiv -2 \left[\sum_1^{301} (y - \overline{y})(x_2 - \overline{x}_2) - b_2 \sum_1^{301} (x_2 - \overline{x}_2)^2\right] = 0,$$

woraus $$\hat{b}_2 = \sum_1^{301} (y - \overline{y}) (x_2 - \overline{x}_2) \Big/ \sum_1^{301} (x_2 - \overline{x}_2)^2.$$

Setzt man ein aus Tabelle 15, so erhält man

$$b_2 = 8145.182/2054.950 = 3.964.$$

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet daher (s. Tabelle 14)

$$Y = 14.003 + 3.964 (x_2 - 5.817)$$
$$= -9.056 + 3.964\, x_2.$$

Der Wert von $U$ für diese berechneten $\hat{a}_2$, $\hat{b}_2$, d. h. die minimale Summe der Quadrate der Abweichungen wird

$$S [(y - \overline{y}) - \hat{b}_2 (x_2 - \overline{x}_2)]^2$$
$$= S (y - \overline{y})^2 - 2 \hat{b}_2 S (y - \overline{y}) (x_2 - \overline{x}_2) + \hat{b}_2^2 S (x_2 - \overline{x}_2)^2$$
$$= S (y - \overline{y})^2 - 2 \hat{b}_2 S (y - \overline{y}) (x_2 - \overline{x}_2) + \hat{b}_2 S (y - \overline{y}) (x_2 - \overline{x}_2)$$
$$= S (y - \overline{y})^2 - \hat{b}_2 S (y - \overline{y}) (x_2 - \overline{x}_2)$$

oder (nach Tabelle 15)

$$U = 161810.998 - 3.964 \times 8145.183$$
$$\approx 161811 - 32285 = 129526.$$

Diese letztere Summe der Quadrate der Abweichungen hat $301 - 2 = 299$ Freiheitsgrade, denn wir haben $\hat{b}_2$ als Funktion der 301 Werte $y$ so bestimmt, daß neben $S[(y - \overline{y}) - \hat{b}_2 (x_2 - \overline{x}_2)] = 0$, welches mit $\hat{a}_2 = 0$ von selbst erfüllt ist, auch noch die gewogene Summe der Abweichungen

$$S(x_2 - \overline{x}_2)[(y - \overline{y}) - \hat{b}_2 (x_2 - \overline{x}_2)] = 0$$

(siehe Gleichung $\frac{\partial U}{\partial \hat{b}_2} = 0$). Der 1 Freiheitsgrad, der von den 300 Freiheitsgraden noch übrig bleibt, repräsentiert nun gerade denjenigen Anteil $\hat{b}_2 S(y - \overline{y})(x_2 - \overline{x}_2)$ an der Gesamtstreuung, den die berechnete lineare Beziehung zwischen LW-Befall und Lärchenanteil zu erklären vermag und wird deshalb mit *SQ* „auf der Regression" bezeichnet. Wir können die rechnerischen Ergebnisse zusammenfassen in folgender Streuungszerlegung (Tabelle 17).

*Tabelle 17.* Streuungszerlegung für Regression des LW-Befalls nach Lärchenanteil $x_2$

| Ursache der Variabilität | *FG* | *SQ* | *DQ* | |
|---|---|---|---|---|
| Auf Regressionsgerade | 1 | 32285 | 32285 | $F = 74.561^{***}$ |
| Um Regression | 299 | *129526 | 433 | |
| Insgesamt | 300 | 161811 | | |

*) Durch Subtraktion

Es zeigt sich, wenn man die Durchschnittsquadrate betrachtet, daß der 1 Freiheitsgrad auf der Regression im Vergleich zu den 299 um die Regression einen sehr großen Teil der Streuung aufnimmt und daß daher das $F$ sehr stark gesichert ist, oder, womit der Test gleichbedeutend ist, daß der Regressionskoeffizent $\hat{b}_2$ gesichert von Null abweicht. Wenn wir voreilig wären und vergäßen, daß auch noch andere Faktoren mit im Spiel sind, würden wir schließen, daß sich der wechselnde LW-Befall ganz gut durch den veränderlichen Lärchenanteil im Waldbestand „erklären" läßt. Wir sind aber so vorsichtig, nur zu schließen, daß der Lärchenanteil für die Größe des LW-Befalls eine gewisse Rolle spielen dürfte und daß wir diese Rolle im Zusammenhang mit den andern Faktoren abklären müssen.

Betrachten wir nämlich die Gleichung für die Regressionsgerade, so sehen wir sofort, daß wir nach dieser Formel für $x_2 = 1$ oder 2 negative Befallswerte bekommen. Schon dies läßt einige Zweifel darüber aufkommen, ob wir mit dieser Wahl der Regressionsgeraden gut beraten waren. Wenn die Gerade wirklich angemessen wäre, so müßte man erwarten, daß das Durchschnittsquadrat um die Regression und das Durchschnittsquadrat innerhalb der Lärchenanteilklassen, welches nach unsern Voraussetzungen ja als Ausdruck der zufälligen Schwankungen der Befallswerte innerhalb der 10 Lärchenanteil-Klassen nach Ausschaltung der Unterschiede zwischen den Klassen betrachtet werden muß, nur zufällig voneinander abweichen sollten. Wir können die beiden Durchschnittsquadrate wieder in einer Streuungszerlegung (Tabelle 18) vergleichen, indem wir zuerst die zugehörigen *SQ* analysieren.

*Tabelle 18.* Streuungszerlegung für Linearität der Regression nach Lärchenanteil

| Ursache der Variabilität | *FG* | *SQ* | *DQ* | |
|---|---|---|---|---|
| Abweichung von Linearität | 8 | *63075 | 7884 | $F = 34.579^{***}$ |
| Innerhalb Lärchenanteil-Klassen | 291 | 66451 | 228 | |
| Um Regression | 299 | 129526 | | |

*) Durch Subtraktion

Die 8 Freiheitsgrade entsprechen dem Unterschied der *SQ* um die Regression und der *SQ* innerhalb der 10 Klassen. Die *DQe* für die Abweichung von der Linearität und für die Streuung innerhalb der Lärchenanteil-Klassen sind wesentlich verschieden, das zugehörige $F$ ist stark gesichert, und die gewöhnliche lineare Regression der Befallswerte $y$ nach dem Lärchenanteil $x_2$ liefert daher keine angemessene Interpretation der Beobachtungen. Dies war auch kaum zu erwarten, denn die Möglichkeit, die Ergebnisse in den wesentlichen Zügen durch eine Regressionsgerade in bezug auf $x_2$ wiedergeben zu können, hätte bedeutet, daß der Befall in Abhängigkeit vom Lärchenanteil für alle Expositionen, beide Bodenbedeckungen und für alle Höhenlagen auf die gleiche Weise linear zunimmt, und dies wäre ein ziemlich unerwartetes Ergebnis gewesen.

## Regression des Befalls nach der Höhenlage

Zu ähnlichen Feststellungen gelangt man, wenn man die Abhängigkeit des LW-Befalls von der Höhenlage $x_1$ betrachtet (vgl. Tabelle 12), ohne die Einflüsse von Lärchenanteil, Exposition und Bodenbedeckung zu eliminieren. Um zu untersuchen, ob die 12 Höhenlagen als Klassen, ohne Rücksicht darauf, daß das Merkmal meßbar ist, sich dem LW-Befall nach unterscheiden, bilden wir wieder die Summe der Quadrate der Abweichungen der Klassendurchschnitte vom Gesamtdurchschnitt:

$$\begin{aligned} & 8 \times (14.625 - 14.003)^2 + \ldots + 12 \times (6.250 - 14.003)^2 \\ &= 117 \times 14.625 + \ldots + 75 \times 6.250 - 4215 \times 14.003 \\ &\approx 63665 \end{aligned}$$

mit 11 Freiheitsgraden. Die Streuungszerlegung in Tabelle 19 ergibt ähnlich wie für die Lärchenanteil-Klassen einen gesicherten Unterschied.

*Tabelle 19.* Streuungszerlegung für Höhenlage-Klassen

| Ursache der Variabilität | *FG* | *SQ* | *DQ* | |
|---|---|---|---|---|
| Zwischen Höhenlagen-Klassen | 11 | 63665 | 5788 | $F = 17.02^{***}$ |
| Innerhalb Höhenlagen-Klassen | 289 | *98146 | 340 | |
| Insgesamt | 300 | 161811 | | |

*) Durch Subtraktion

Auch wenn aus Tabelle 12 keine deutliche Zu- oder Abnahme des LW-Befalls mit der Höhe $x_1$ festzustellen ist, so können wir doch versuchsweise eine lineare Regression rechnen. Die Durchschnitte $\overline{y}$ und $\overline{x}_1$ und die Summen der Quadrate und Produkte $S\,(y - \overline{y})^2$, $S\,(y - \overline{y})\,(x_1 - \overline{x}_1)$, $S\,(x_1 - \overline{x}_1)^2$, die wir benötigen, haben wir bereits in den Tabellen 14 und 15 zusammengestellt. Benützen wir dieselben Formeln wie für die Berechnung der Re-

gression nach dem Lärchenanteil, so erhalten wir, indem wir überall $x_2$ und $\overline{x}_2$ durch $x_1$ und $\overline{x}_1$ ersetzen,

$$a_1 = 0$$
$$b_1 = S\,(y - \overline{y})\,(x_1 - \overline{x}_1)/S\,(x_1 - \overline{x}_1)^2$$
$$= 657.140/2128.140 = 0.309.$$

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet

$$Y = 14.003 + 0.309\,(x_1 - 5.860)$$
$$= 12.192 + 0.309\,x_1\,.$$

Die minimale Summe der Quadrate der Abweichungen von der Regressionsgeraden ist

$$U = S\,(y - \overline{y})^2 - \hat{b}_1\,S\,(y - \overline{y})\,(x_1 - \overline{x}_1)$$
$$= 161810.998 - 0.309 \times 657.140$$
$$\approx 159782$$

mit $300 - 1 = 299$ Freiheitsgraden. Hier ist ein Abweichen des Regressionskoeffizienten $\hat{b}_1 = 0.309$ von Null schon weniger offensichtlich, und in der Tat ergibt die Streuungszerlegung (Tabelle 20), daß die Regression nicht gesichert ist. Dies heißt also, daß uns die Höhenlage in der Form, wie wir sie in der Regression verwenden, wenn wir die andern Einflüsse, die sich ihr vielleicht überlagern, nicht ausschalten, jedenfalls von geringem Nutzen ist.

*Tabelle 20.* Streuungszerlegung für Regression des LW-Befalls nach Höhenlage $x_1$

| Ursache der Variabilität | *FG* | *SQ* | *DQ* | |
|---|---|---|---|---|
| Auf Regressionsgerade | 1 | *2029 | 2029 | $F = 3.780$ n. s. |
| Um Regression | 299 | 159782 | 534 | |
| Insgesamt | 300 | 161811 | | |

*) Durch Subtraktion

Aus dem Test für die Linearität (Tabelle 21) ergibt sich überdies, daß die Regression, wenn wir sie, obwohl sie nicht gesichert ist, trotzdem verwenden, nicht linear ist.

*Tabelle 21.* Streuungszerlegung für Linearität der Regression nach Höhenlage

| Ursache der Variabilität | *FG* | *SQ* | *DQ* | |
|---|---|---|---|---|
| Abweichung von Linearität | 10 | *61636 | 6164 | $F = 18.129$*** |
| Innerhalb Höhenlage-Klassen | 289 | 98146 | 340 | |
| Um Regression | 299 | 159782 | | |

*) Durch Subtraktion

## Regression des Befalls nach Lärchenanteil und Höhenlage

Schließlich liegt es nahe, sich zu fragen, wie die Dinge sich verhalten, wenn wir nicht nur eine der Variabeln $x_1$ oder $x_2$ einzeln, sondern beide zugleich in Betracht ziehen. Von den $12 \times 10 = 120$ Höhenlage-Lärchenanteil-Klassen, deren zugehörige Gesamt- und Durchschnittbefallswerte wir hier nicht angeben wollen, sind 32 leer und die übrigen 88 Klassen sind je nachdem mit den Befallswerten von 1 bis 12 Stichprobeorten besetzt. Zwischen den 88 Klassen hat man 87 Freiheitsgrade und die Summe der

Quadrate der Abweichungen der Klassendurchschnitte vom Gesamtdurchschnitt 4215/301 = 14.003 ist

$$123995.887 - 59024.002 \approx 64972.$$

Die Summe der Quadrate der Abweichungen der Befallswerte innerhalb der 88 Klassen von den resp. Klassendurchschnitten, mit 301—88 = 213 *FG*, die wir später benötigen werden, ergibt sich als Differenz zur Gesamtstreuung aus der Streuungszerlegung von Tabelle 22:

*Tabelle 22.* Streuungszerlegung für Höhenlage-Lärchenanteil-Klassen

| Ursache der Variabilität | *FG* | *SQ* | *DQ* | |
|---|---|---|---|---|
| Zwischen $x_1$-$x_2$-Klassen | 87 | 64972 | 747 | $F = 1.642^{**}$ |
| Innerhalb Klassen | 213 | *96839 | 455 | |
| Insgesamt | 300 | 161811 | | |

*) Durch Subtraktion

Die Unterschiede zwischen den 88 Klassen erweisen sich, verglichen mit der Streuung innerhalb der Klassen, als gesichert.

Hinsichtlich der Regression von $y$ nach $x_1$ und $x_2$ nehmen wir in Verallgemeinerung der frühen Ansätze an, daß sich die Abweichungen $y - \overline{y}$ in Abhängigkeit von den Abweichungen $x_1 - \overline{x}_1$ und $x_2 - \overline{x}_2$ im wesentlichen ausdrücken lassen durch eine lineare Beziehung der Form

$$Y - \overline{y} = a' + b' (x_1 - \overline{x}_1) + b'' (x_2 - \overline{x}_2).$$

Die lineare Beziehung, welche diese Forderung am besten erfüllt, ist diejenige, welche die Summe der Quadrate der Abweichungen der Einzelwerte von der Regressionsebene $y = c + b' x_1 + b'' x_2$ zu einem Minimum macht, d. h. wir haben $a'$, $b'$ und $b''$ so zu bestimmen, daß

$$U = \sum_{1}^{301} \left[ (y - \overline{y}) - (Y - \overline{y}) \right]^2$$

$$= \sum_{1}^{301} \left[ (y - \overline{y}) - a' - b' (x_1 - \overline{x}_1) - b'' (x_2 - \overline{x}_2) \right]^2$$

möglichst klein wird. Setzt man die partiellen Ableitungen dieses Ausdrucks nach $a'$, $b'$ und $b''$ gleich Null, so zeigt sich, daß wiederum $a' = 0$, während man für $b'$ und $b''$ die beiden Gleichungen erhält:

$$b' S (x_1 - \overline{x}_1)^2 + b'' S (x_1 - \overline{x}_1)(x_2 - \overline{x}_2) = S (x_1 - \overline{x}_1)(y - \overline{y})$$
$$b' S (x_1 - \overline{x}_1)(x_2 - \overline{x}_2) + b'' S (x_2 - \overline{x}_2)^2 = S (x_2 - \overline{x}_2)^2$$

oder, wenn wir aus Tabelle 15 einsetzen,

$$2128.140\, b' + 225.326\, b'' = 657.140,$$
$$225.326\, b' + 2054.950\, b'' = 8145.183.$$

Als Lösung ergibt sich

$$\hat{b}' = -0.112, \qquad \hat{b}'' = 3.976$$

und für die Gleichung der Regressionsebene

$$Y = 14.003 + \hat{b}' (x_1 - 5.860) + b'' (x_2 - 5.817)$$
$$= -8.469 - 0.112\, x_1 + 3.976\, x_2,$$

eine Beziehung, die für die meisten der hauptsächlich in Betracht kommenden Wertepaare $(x_1, x_2)$ positive Werte ergibt. Man erkennt auch hier, daß der Einfluß des Lärchenanteils $x_2$ denjenigen der Höhenlage $x_1$ weit übertrifft, und daß, wenn der Lärchenanteil konstant gehalten wird, jetzt eine leichte Abnahme des Befalls mit der Höhe festzustellen ist, während wir, als wir den Einfluß des Lärchenanteils in der Regression nach der Höhenlage nicht berücksichtigen, eine leichte Zunahme erhielten. Die Vorzeichenänderung des Regressionskoeffizienten für die Höhenlage ist ein weiterer Hinweis darauf, daß diese für die Interpretation der Ergebnisse keine große Rolle spielen dürfte. — Für die Summe der Quadrate der Abweichungen von der Regressionsebene bekommen wir

$$\begin{aligned} U &= S\,[(y-\overline{y}) - \hat{b}'\,(x_1-\overline{x}_1) - \hat{b}''\,(x_2-\overline{x}_2)]^2 \\ &= S\,(y-\overline{y})^2 - 2\,\hat{b}'\,S\,(y-\overline{y})\,(x_1-\overline{x}_1) - 2\,\hat{b}''\,S\,(y-\overline{y})\,(x_2-\overline{x}_2) \\ &\quad + \hat{b}'\,[\hat{b}'\,S\,(x_1-\overline{x}_1)^2 + \hat{b}''\,S\,(x_1-\overline{x}_1)\,(x_2-\overline{x}_2)] \\ &\quad + \hat{b}''\,[\hat{b}'\,S\,(x_1-\overline{x}_1)\,(x_2-\overline{x}_2) + \hat{b}''\,S\,(x_2-\hat{x}_2)^2] \\ &= S\,(y-\overline{y})^2 - 2\,\hat{b}'\,S\,(y-\overline{y})\,(x_1-\overline{x}_1) - 2\,\hat{b}''\,S\,(y-\overline{y})\,(x_2-\overline{x}_2) \\ &\quad + \hat{b}'\,S\,(y-\overline{y})\,(x_1-\overline{x}_1) + \hat{b}''\,S\,(y-\overline{y})\,(x_2-\overline{x}_2) \\ &= S\,(y-\overline{y})^2 - \hat{b}'\,S\,(y-\overline{y})\,(x_1-\overline{x}_1) - \hat{b}''\,S\,(y-\overline{y})\,(x_2-\overline{x}_2), \end{aligned}$$

wenn man für die eckigen Klammern die Ausdrücke auf der linken Seite der Gleichungen für $b'$ und $b''$ durch diejenigen auf der rechten Seite ersetzt. Es ist zu beachten, daß man die Summe der Quadrate „auf der Regression" erhält, indem man die rechten Seiten der Gleichungen für die Regressionskoeffizienten $b'$ und $b''$ mit $b'$ bzw. $b''$ multipliziert und die Produkte addiert; es ist dies ein Verfahren, das wir später noch öfters anwenden werden, und wir haben davon auch bei den zwei berechneten Regressionen implizit bereits Gebrauch gemacht. Setzt man ein, so erhält man für die Summe der Quadrate „auf der Regression"

$$R = (-0.112) \times (657.140) + (3.976) \times (8145.183) = 32311.450$$

mit 2 Freiheitsgraden, da wir die beiden Konstanten $b'$ und $b''$ bestimmt haben. Für $U$ erhalten wir

$$U = 161811 - 32311 = 129500$$

mit $300 - 2 = 298$ *FG*. Wir fassen zusammen in der Streuungszerlegung von Tabelle 23:

*Tabelle 23.* Streuungszerlegung für Regression des LW-Befalls nach Höhenlage und Lärchenanteil

| Ursache der Variabilität | *FG* | *SQ* | *DQ* | |
|---|---|---|---|---|
| Auf Regressionsebene | 2 | 32311 | 16156 | $F = 37.226^{***}$ |
| Um Regressionsebene | 298 | *129500 | 434 | |
| Insgesamt | 300 | 161811 | | |

*) Durch Subtraktion

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß die Regression stark gesichert ist, daß demnach ein wesentlicher Anteil der Veränderlichkeit im LW-Befall den Änderungen in Höhenlage und Lärchenanteil zusammen zugeschrieben werden kann, wenn wir auch nicht so weit gehen wollen, zu sagen, daß sie die einzigen Ursachen der Variabilität seien.

Um die Linearität der Regression zu prüfen, vergleichen wir wieder die Streuung um die Regressionsebene mit der Streuung innerhalb der Höhenlage-Lärchenanteil-Klassen (Tabelle 24).

*Tabelle 24.* Streuungszerlegung für Linearität der Regression nach Höhenlage und Lärchenanteil

| Ursache der Variabilität | *FG* | *SQ* | *DQ* | |
|---|---|---|---|---|
| Abweichung von Linearität | 85 | *32661 | 384 | $F = 1.185$ n. s. |
| Innerhalb Höhenlage-Lärchenanteil-Klassen | 213 | 96839 | 455 | |
| Um Regressionsebene | 298 | 129500 | | |

*) Durch Subtraktion

Die Abweichung von der Linearität ist nicht gesichert, so daß wir die Regression als linear betrachten dürfen. Dies scheint weniger darauf zurückzuführen zu sein, daß die Regression nach Höhenlage und Lärchenanteil zusammen so sehr besser ist als die Regression nach dem Lärchenanteil allein. Vielmehr ist anzunehmen, daß die *SQ* 98146 bzw. 66451, innerhalb der Höhenlagen- bzw. Lärchenanteil-Klassen zu klein ausgefallen sind. In der Tat ergeben die 11 und 9 *FG* zwischen Höhenlage- und zwischen Lärchenanteil-Klassen zusammen ein *SQ* von 63665 + 95360 = 159025, welches das Zulässige von 64972 zwischen den 88 Höhenlage-Lärchenanteil-Klassen weit überschreitet. Es bleibt nur der Schluß übrig, daß die Schätzung der Unterschiede zwischen den Höhenklassen ohne Rücksicht auf den Lärchenanteil einerseits und die Schätzung der Unterschiede zwischen den Lärchenanteil-Klassen ohne Rücksicht auf die Höhenklassen anderseits, inkorrekt war und wir uns darüber hätten Rechenschaft geben müssen, daß bei der ungleichen Verteilung der Beobachtungen auf die verschiedenen Klassen die korrekte Schätzung des einen Faktors nicht ohne diejenige des andern erfolgen kann. Unter diesen Voraussetzungen wäre es denkbar, daß auch die Regressionen für die Höhenlage bzw. den Lärchenanteil allein linear ausgefallen wären.

Betrachten wir einerseits die Regressionsebene für die Wertetripel $(y, x_1, x_2)$ in jeder der 88 Höhenlage-Lärchenanteil-Klassen, anderseits die Regressionsebene für die 88 Punkte $\{(\overline{y})_1, (\overline{x}_1)_1, (\overline{x}_2)\}, \ldots, \{(\overline{y})_{88}, (\overline{x}_1)_{88}, (\overline{x}_2)_{88}\}$, die die Durchschnitte der Werte von $y$, $x_1$, $x_2$ in den 88 Klassen als Koordinaten haben, so besagt unser Ergebnis, erstens, daß diese Regressionsebenen den Ergebnissen angemessen, zweitens, daß sie von zufälligen Unterschieden abgesehen miteinander parallel, also in bezug auf ihre Lage homogen sind, und drittens, daß sich diese Ebenen durch eine einzige Regressionsebene für alle 301 Wertetripel zusammen, wie wir sie berechnet haben, ersetzen lassen.

Zu einem ähnlichen Ergebnis dürfte man warscheinlich auch gelangen, wenn man statt der Wertetripel $(y, x_1, x_2)$ und der Regressionsebenen nur die Wertepaare $(y, x_2)$ und die Regressionsgeraden für den LW-Befall nach dem Lärchenanteil in den 88 Klassen betrachtet. Es ist möglich, daß dieses Resultat eine Folge der geringen Anzahl von Wertetripeln $(y, x_1, x_2)$ bzw. von Wertepaaren $(y, x_2)$ in den meisten der 88 Höhenlage-Lärchenanteil-Klassen ist, so daß allfällige Unterschiede bezüglich der Richtung und Lage der Regressionsebene bzw. -Geraden zwischen den Klassen

*Tabelle 25.* Anzahl der Beobachtungen, sowie Summen und Durchschnitte von $y$, $x_1$ und $x_2$ in den Expositions-Bodenvegetations-Klassen

| Exposition | Weiderasen | | | | Rhodoretum | | | | Total | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $n$ | $y$ | $x_1$ | $x_2$ | $n$ | $y$ | $x_1$ | $x_2$ | $n$ | $y$ | $x_1$ | $x_2$ |
| N | 8 | 112 | 52 | 56 | 11 | 50 | 81 | 54 | 19 | 162 | 133 | 110 |
| | | 14.000000 | 6.500000 | 7.000000 | | 4.545455 | 7.363636 | 4.909091 | | 8.526316 | 7.000000 | 5.789474 |
| NE | 11 | 178 | 92 | 92 | 24 | 58 | 133 | 111 | 38 | 236 | 225 | 203 |
| | | 12.714286 | 6.571429 | 6.571429 | | 2.416667 | 5.541667 | 4.625000 | | 6.210526 | 5.921053 | 5.342105 |
| E | 16 | 343 | 95 | 101 | 8 | 74 | 65 | 34 | 24 | 417 | 160 | 135 |
| | | 21.437500 | 5.937500 | 6.312500 | | 9.250000 | 8.125000 | 4.250000 | | 17.375000 | 6.666667 | 5.625000 |
| SE | 48 | 1280 | 263 | 357 | 7 | 30 | 41 | 32 | 55 | 1310 | 304 | 389 |
| | | 26.666667 | 5.479167 | 7.437500 | | 1.285714 | 5.857143 | 1.571429 | | 23.818182 | 5.527273 | 7.072727 |
| S | 19 | 572 | 113 | 160 | 0 | — | — | — | 19 | 572 | 113 | 160 |
| | | 30.105263 | 5.947368 | 8.421053 | | — | — | — | | 30.105263 | 5.947368 | 8.421053 |
| SW | 10 | 25 | 58 | 70 | 1 | 2 | 6 | 3 | 11 | 27 | 64 | 73 |
| | | 2.500000 | 5.800000 | 7.000000 | | 2.000000 | 6.000000 | 3.000000 | | 2.454545 | 5.818182 | 6.636364 |
| W | 17 | 641 | 80 | 96 | 19 | 181 | 127 | 96 | 36 | 822 | 207 | 192 |
| | | 37.705882 | 4.705882 | 5.647059 | | 9.526316 | 6.684211 | 4.052632 | | 22.833333 | 5.750000 | 5.333333 |
| NW | 43 | 393 | 210 | 238 | 56 | 276 | 348 | 251 | 99 | 669 | 558 | 489 |
| | | 9.139535 | 4.883721 | 5.534884 | | 4.928571 | 6.214286 | 4.482143 | | 6.757576 | 5.636364 | 4.939394 |
| Total | 175 | 3544 | 963 | 1170 | 126 | 671 | 801 | 581 | 301 | 4215 | 1764 | 1751 |
| | | 20.251429 | 5.502857 | 6.685714 | | 5.325397 | 6.357143 | 4.611111 | | 14.003322 | 5.860465 | 5.817276 |

nicht in Erscheinung treten.

Würde man der Aufteilung in Höhenlage-Lärchenanteil-Klassen noch diejenige nach Exposition und Bodenvegetation überlagern, so würde die Besetzung der einzelnen Klassen noch viel schwächer und die Wechselwirkungen zwischen den Paaren von 4 Faktoren würden sich wegen der ungleichmäßigen Verteilung der Beobachtungen auf die Klassen noch unvollkommener schätzen lassen. Die obigen Ergebnisse tun jedoch dar, daß eine Wechselwirkung von Höhenlage und Lärchenanteil zusammen mit der Exposition oder der Bodenvegetation vernachlässigt werden darf, und der einzig zweckmäßige Weg, die Information über den Einfluß von Höhenlage- und Lärchenanteil auf den LW-Befall zu berücksichtigen, wird im folgenden darin bestehen, $x_1$ und $x_2$ im Sinne von Variabeln und nicht im Sinne eines Prinzips der Klasseneinteilung aufzufassen. Welches die Wirkung auf die Schätzung des Einflusses von Exposition und Bodenvegetation sein wird, wird sich später zeigen.

### d) Abhängigkeit des Befalls von Exposition und Bodenvegetation (Methode des Konstanten-Schätzens)

Nachdem wir die beiden Faktoren Höhenlage und Lärchenanteil für sich untersucht haben, wollen wir dasselbe mit den Faktoren Exposition und Bodenvegetation tun, um dann später die vier Faktoren zusammen zu betrachten. Bei der Exposition und der Bodenvegetation wird es nicht mehr möglich sein, die Klassen einer Klasseneinteilung durch ein meßbares Merkmal zu charakterisieren. Auch bei der Exposition nicht, obwohl man im ersten Augenblick denken könnte, die Winkelgrade, z. B. von Osten aus gezählt, wären dafür geeignet; durch die Wahl von Osten als Nullrichtung wird der Nullpunkt der Zählung aber ganz willkürlich festgelegt, über Süden nach Westen und Norden bekäme man zuerst eine Zunahme, dann eine Abnahme des Befalls mit der Exposition und man hätte es sicher nicht mit einer linearen Regression zu tun, mit denen ja am bequemsten zu arbeiten ist.

Abgesehen von der Summe der Quadrate $S(y-\overline{y})^2$ der Abweichungen aller 301 LW-Befallswerte von ihrem Gesamtdurchschnitt, welche wir Tabelle 15 entnehmen, und die, bei 300 Freiheitsgraden, 161 810.998 beträgt, benötigen wir für die Untersuchung der Abhängigkeit des LW-Befalls von der Exposition und Bodenvegetation sowie von der Wechselwirkung der beiden Faktoren nichts als eine Aufstellung über die Anzahl der Beobachtungen in jeder der $8\times2 = 16$ Expositions-Bodenvegetations-Klassen, wie auch den Gesamt- und Durchschnittsbefall in jeder dieser Klassen (Tabelle 25).

#### Provisorische Streuungszerlegung

Eine erste, wenn auch nur vorläufige, Einsicht in die Abhängigkeit des Befalls von den beiden Faktoren erhalten wir, wenn wir eine Streuungszerlegung nach dem üblichen Schema vornehmen: Wir berechnen zuerst die Summe der Quadrate der Abweichungen der Durchschnitte der 15 nichtleeren Klassen vom allgemeinen Durchschnitt, welche 14 $FG$ besitzt:

$SQ$ (zwischen 15 Klassen)
$= 8 \times (14.000000 - 14.003322)^2 + \ldots + 56 \times (4.928571 - 14.003322)^2$
$= 112 \times 14.000000 + \ldots + 276 \times 4.928571 - 4215 \times 14.003322$
$= 35606.615$

Die Ausschaltung der Unterschiede zwischen den 15 Klassen läßt ein $SQ$ von $161810.998 - 35606.615 = 126204.383$ mit $301 - 15 = 286\,FG$ übrig, das die als zufällig zu betrachtenden Unterschiede zwischen den Stichproben innerhalb der 15 Klassen wiedergibt und, von Einflüssen der Höhenlage und des Lärchenanteils allerdings abgesehen, ein Maß für die natürliche, innere Variabilität der Stichproben darstellt. Das zugehörige Durchschnittsquadrat $126204.383/286 = 441.274$ ist entsprechend als Maßstab zu verwenden, wenn es sich darum handelt, die Unterschiede zwischen Bodendecken bzw. Expositionen zu prüfen. Für die Summe der Quadrate zwischen den Bodendecken hat man

$SQ$ (zwischen Bodendecken)
$= 175 \times (20.251429 - 14.003322)^2 + 126 \times (5.325397 - 14.003322)^2$
$= 3544 \times 20.251429 + 671 \times 5.325397 - 4215 \times 14.003322$
$= 16320.404$

mit 1 *FG*. Ähnlich für die Summe der Quadrate zwischen den Expositionen

$$\begin{aligned} &SQ \text{ (zwischen Expositionen)} \\ &= 19 \times (8.526316 - 14.003322)^2 + \ldots + 99 \times (6.757576 - 14.003322)^2 \\ &= 162 \times 8.526316 + \ldots + 669 \times 6.757576 - 4215 \times 14.003322 \\ &= 22846.440 \end{aligned}$$

mit 7 *FG*. Was nach Abzug dieser beiden *SQ* von der *SQ* zwischen den 15 Klassen übrigbleibt, ist offenbar als Wechselwirkung zwischen den beiden Faktoren Bodendecke und Exposition zu betrachten. Wir können die Ergebnisse zusammenfassen in folgender provisorischen Streuungszerlegung (Tabelle 26).

*Tabelle 26*

Provisorische Streuungszerlegung für Exposition und Bodenvegetation

| | *FG* | *SQ* | *DQ* | *F* |
|---|---|---|---|---|
| Zwischen Bodendecken | 1 | 16320.404 | 16320.404 | 36.985*** |
| Zwischen Expositionen | 7 | 22846.440 | 3263.777 | 7.396*** |
| „Wechselwirkung" | *6 | *— 3560.229 | ? | |
| Zwischen 15 Klassen | 14 | 35606.615 | 2543.330 | 5.764*** |
| Innerhalb Klassen | 286 | 126204.383 | 441.274 | |
| Insgesamt | 300 | 161810.998 | | |

*) Durch Subtraktion

Unbefriedigend ist hier, daß die *SQ* für die Wechselwirkung negativ wird, was unmöglich richtig sein kann. Das Vorhandensein einer Wechselwirkung zwischen Bodendecke und Exposition bedeutet, daß für eine bestimmte Exposition wie *N* der Unterschied zwischen den Bodenvegetationen nicht derselbe ist wie für die andern Expositionen, kurz ausgedrückt, daß sich der Einfluß der Bodendecke in den verschiedenen Expositionen nicht gleichartig auswirkt. Wenn keine Wechselwirkung zwischen den beiden Faktoren vorhanden wäre, müßten wir annehmen, daß beispielsweise die 6 Größen

$$\begin{aligned} N - NE \quad w_1 &= (14.000000 - 4.545455) - (12.714286 - 2.416667) \\ &= - 0.843074 \\ N - E \quad w_2 &= (14.000000 - 4.545455) - (21.437500 - 9.250000) \\ &= - 2.732955 \\ N - SE \quad w_3 &= (14.000000 - 4.545455) - (26.666667 - 4.285714) \\ &= - 12.926408 \\ N - SW \quad w_4 &= (14.000000 - 4.545455) - ( 2.500000 - 2.000000) \\ &= + 8.954545 \\ N - W \quad w_5 &= (14.000000 - 4.545455) - (37.705882 - 9.526316) \\ &= - 18.725021 \\ N - NW \quad w_6 &= (14.000000 - 4.545455) - ( 9.139535 - 4.928571) \\ &= + 5.243581 \end{aligned}$$

welche sechs unabhängige Vergleiche zwischen den Bodendeckenunterschieden für die verschiedenen Expositionen darstellen, sich in ihrer Gesamtheit nicht wesentlich von Null unterscheiden, d. h. daß die Abweichungen zusammen nicht wesentlich größer sind als die Unterschiede der Befalls-

werte innerhalb der 15 Klassen. Die kombinierte Größe, welche diesen Vergleich mit dem Durchschnittsquadrat innerhalb der 15 Klassen gestattet, ist im wesentlichen die mit passenden Gewichten versehene Summe der Quadrate und Produkte der Größen $w_1, \ldots, w_6$ und kann daher nicht negativ werden. Der Grund dafür, daß sich in Tabelle 26 trotzdem eine „negative Wechselwirkung" ergibt, ist darin zu suchen, daß die 15 Klassen ganz ungleichmäßig mit Beobachtungen besetzt sind. Dies hat zur Folge, daß man die Wirkungen von Bodendecke und Exposition auf diese Weise nicht mehr unabhängig voneinander schätzen kann, sondern daß in der $SQ$ zwischen Bodendecken Einflüsse der Exposition und in der $SQ$ für Exposition solche der Bodendecke stecken, derart, daß die beiden $SQ$ zu groß ausfallen. Hingegen ist die Feststellung, daß sich die Befallswerte in den 15 Klassen gesichert unterscheiden, durchaus korrekt, weil es sich um eine einfache Klassifikation handelt, und die Tatsache, daß die Durchschnittsquadrate zwischen Bodendecken und zwischen Expositionen sehr viel größer sind als die Reststreuung (286 $FG$) gibt doch einen Fingerzeig, in welcher Richtung wir gesicherte Einflüsse der Faktoren zu vermuten haben.

## Die Voraussetzungen, die einer Streuungszerlegung zugrunde liegen

Es ist hier der Ort, etwas näher auf die Voraussetzungen der Streuungszerlegung bei einem nach Klassen geordneten Material einzugehen. Als erstes muß man voraussetzen, daß die Beobachtungen, also die Summen der Befallswerte der vier Bäume einer Stichprobe, in den einzelnen Expositions-Bodenbedeckungs-Klassen normal um den entsprechenden (theoretischen) Klassendurchschnitt verteilt sind, und zwar, von zufälligen Schwankungen abgesehen, in jeder Zelle mit der gleichen, bis auf zufällige Abweichungen durch das gemeinsame Durchschnittsquadrat 441.274 (286 $FG$) innerhalb der 15 Klassen gegebenen Streuung. Bei den LW-Beobachtungen ist es zum vornherein zweifelhaft, daß diese Forderung erfüllt werden kann. Denn kleinen Durchschnitt-Befallswerten in den Klassen entsprechen im allgemeinen kleine Streuungen und großen Durchschnitt-Befallswerten große Streuungen. Es scheint daher eine Relation zwischen durchschnittlichem Befall und Streuung zu bestehen, die der genannten Forderung widerspricht. Dem Modell der einer Poissonschen Verteilung folgenden Befallswerte entsprechend dürfte eine Transformation $z = \sqrt{\ }$ (Befall pro Stichprobe) zwar bewirken, daß die Streuung zwischen den Stichproben innerhalb der einzelnen Klassen mehr oder weniger konstant wird. Der Übergang zu transformierten Werten hat indessen für die Schätzung von durchschnittlichen Befallswerten und Streuungen den Nachteil, oft mit systematischen Fehlern behaftete Werte dieser Größen zu liefern, wenn sie nach einer Operation wieder in den ursprünglichen Variabeln ausgedrückt werden. So hätte man den durchschnittlichen Befall der 8 Werte 25, 2, 5, 1, 2, 50, 16, 11 in der Klasse $N$/Weiderasen, nicht durch $\overline{y}' = (25 + 2 + 5 + 1 + 2 + 50 + 16 + 11)/8 = 112/8 = 14.000$ zu schätzen, sondern mittels $\overline{z} = (\sqrt{25} + \sqrt{2} + \sqrt{5} + \sqrt{1} + \sqrt{2} + \sqrt{50} + \sqrt{16} + \sqrt{11})/8 = 25.45218/8 = 3.18152$, wobei $\overline{z} = \sqrt{\overline{y}''}$, und die Schätzung des durchschnittlichen Befalls in dieser Klasse wäre $\overline{y}'' = (\overline{z})^2 = 10.122$ an Stelle von $\overline{y}' = 14.000$. Hierdurch wird die Interpretation der Ergebnisse wesentlich erschwert, und da die Tests bei einer Streuungszerlegung im allgemeinen nicht sehr empfindlich auf das Erfülltsein dieser

Forderung der Konstanz der Streuung ansprechen, wurde von einer Transformation abgesehen.

Aber auch der Übergang zu transformierten Werten, wenn wir einen solchen als nützlich erachtet hätten, würde nicht bewirken, daß man im Falle einer ungleichen Verteilung der Beobachtungen auf die verschiedenen Klassen die Summen der Quadrate ohne weiteres addieren könnte, wie wir dies in der provisorischen Streuungszerlegung von Tabelle 26 mit negativem Erfolg versucht haben. Die Vergleiche zwischen den Expositionen und zwischen den Bodendecken würden gleichwohl nicht orthogonal, d. h. man könnte den Einfluß des einen Faktors nicht schätzen, ohne auch den andern schätzen zu müssen. Die Orthogonalität besteht eben gerade darin, daß man bei einer mehrfachen Klasseneinteilung mit Gleichverteilung der Beobachtungen auf die Klassen die Einflüsse der einzelnen Faktoren unabhängig voneinander schätzen und die entsprechenden Summen der Quadrate zwischen den Klassen addieren kann.

Das Verfahren zur Schätzung des Einflusses von Exposition und Bodenvegetation ist verschieden, je nachdem man annehmen darf, daß keine Wechselwirkung vorhanden ist, oder daß sich zeigt, daß eine solche existiert, d. h. also je nachdem sich der Einfluß der Bodenvegetation in den Expositionen gleichartig äußert oder nicht. Die Frage nach der Wahl des Verfahrens könnte zwar zum vornherein entschieden werden, indem die Wechselwirkung nach dem früher angedeuteten Verfahren berechnet und ihr Durchschnittsquadrat mit demjenigen innerhalb der Klassen verglichen werden könnte. Indessen wollen wir vorerst einmal annehmen, eine Wechselwirkung sei nicht vorhanden, und die Beobachtungen auf Grund dieser Annahme analysieren.

### Streuungszerlegung bei ungleicher Besetzung der Klassen

Wenn man voraussetzen darf, daß keine Wechselwirkung zwischen den beiden Faktoren vorhanden ist, so ist das Vorgehen, um die beiden Einflüsse separat zu erfassen, das gleiche, wie es der üblichen Streuungszerlegung mit gleichmäßiger Verteilung der Beobachtungen auf die Klassen zugrunde liegt, nur daß der Grundgedanke bei der letzteren gewöhnlich nicht mehr so deutlich zum Ausdruck kommt. Wenn keine Wechselwirkung vorhanden ist, nimmt man nämlich an, daß sich die Befallswerte in den einzelnen Klassen, von zufälligen Abweichungen abgesehen, ausdrücken lassen als das Ergebnis von zwei unabhängig voneinander wirkenden Ursachen $A$ und $B$, deren Einflüsse sich additiv verhalten. Der Befall für die Exposition $i$ und die Bodenvegetation $j$ lasse sich also darstellen durch die lineare Beziehung

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}.$$

$\alpha_i$ hat denselben Wert für beide Bodendecken derselben Exposition $i$, $\beta_j$ ist dasselbe für alle Expositionen derselben Bodenvegetation, $\mu$ ist der durchschnittliche Befall über alle Klassen, und die Abweichungen $\varepsilon_{ij}$ der wirklichen Befallswerte von der linearen Hypothese $\mu + \alpha_i + \beta_j$ sollen einer normalen Verteilung mit dem Durchschnitt Null und der Streuung $\sigma^2$ entstammen, die für alle Klassen dieselbe ist. Wir haben also, neben $\mu$ und $\sigma^2$, die $\alpha_i$ für die 8 Expositionen und die $\beta_j$ für die 2 Bodendecken zu schätzen.

Das übliche Verfahren hierzu besteht darin, die Summe der Quadrate der Abweichungen der 301 Beobachtungen in den einzelnen Klassen von den

nach der linearen Beziehung zu erwartenden möglichst klein zu machen. Wenn die Schätzungen von $\mu$, $\alpha_i$ und $\beta_j$ mit $m$, $a_i$ und $b_j$ bezeichnet werden, so soll also

$$\sum_{1}^{301} (y_{ij} - m - a_i - b_j)^2 = \text{Minimum},$$

was uns gleichzeitig in der minimalen Summe der Quadrate der Abweichungen eine Schätzung von $\sigma^2$ liefert. Durch partielle Ableitung nach $m$, $a_i$ oder $b_j$ ergeben sich Gleichungen von der Form

$$Sy_{ij} = Sm + Sa_i + Sb_j$$

Haben wir beispielsweise nach $a_1$ abgeleitet, so erstreckt sich die Summe über alle Stichproben, deren Exposition $N$ ist. Nach Tabelle 25 wurden dort 19 Stichproben mit dem Gesamtbefall von 162 LW entnommen, so daß $Sy_{ij} = 162$, $Sm = 19\,m$, $Sa_1 = 19\,a_1$; von den 19 Stichproben waren in bezug auf die Bodendecke deren 8 mit Weiderasen und deren 11 mit Rhodoretum, daher $Sb = 8\,b_1 + 11\,b_2$. Nach diesem Verfahren ergeben sich folgende Gleichungen für $m$, $a_i$ und $b_j$:

$$\begin{aligned}
m: &\ 301\,m + 19\,a_1 + 38\,a_2 + \ldots + 36\,a_7 + 99\,a_8 + 175\,b_1 + 126\,b_2 = 4215\\
a_1: &\ 19\,m + 19\,a_1 + 8\,b_1 + 11\,b_2 = 162\\
&\vdots\\
a_8: &\ 99\,m + 99\,a_8 + 43\,b_1 + 56\,b_2 = 669\\
b_1: &\ 175\,m + 8\,a_1 + 14\,a_2 + \ldots + 17\,a_7 + 43\,a_8 + 175\,b_1 = 3544\\
b_2: &\ 126\,m + 11\,a_1 + 24\,a_2 + \ldots + 19\,a_7 + 56\,a_8 + 126\,b_2 = 671
\end{aligned}$$

Diese Gleichungen sind nicht unabhängig, denn die Gleichungen $(a_1), \ldots, (a_8)$ addiert und die Gleichungen $(b_1)$, $(b_2)$ addiert ergeben in beiden Fällen die Gleichung $(m)$, besagen also das Gleiche wie diese, ohne eine neue Bestimmung für $a_1, \ldots, a_8, b_1, b_2$ zu liefern. Von den 11 Gleichungen sind also nur 9 unabhängig. Um die 11 Unbekannten vollständig zu bestimmen, können wir zwei Bedingungen einführen, etwa, indem wir verlangen, daß

$$a_1 + \ldots + a_8 = 0,$$

und daß

$$b_1 + b_2 = 0.$$

Lassen wir zwei von den ursprünglichen Gleichungen, z. B. $(m)$ und $(b_2)$, die zusammen mit den andern keine neue Bestimmung enthalten, weg und beachten wir, daß wir die $m$ und $a$ zu $(m + a)$ zusammenfassen können, so erhalten wir als neues Gleichungssystem

$$\begin{aligned}
a_1': &\ 19\,(m + a_1) + 8\,b_1 + 11\,b_2 = 162\\
&\vdots\\
a_8': &\ 99\,(m + a_8) + 43\,b_1 + 56\,b_2 = 669\\
b_1': &\ 8\,(m + a_1) + 14\,(m + a_2) + \ldots + 43\,(m + a_8) + 175\,b_1 = 3544
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
a_1 + \ldots + a_8 &= 0\\
b_1 + b_2 &= 0.
\end{aligned}$$

Lösen wir die Gleichungen $a_1', \ldots, a_8'$ nach $(m + a_1), \ldots, (m + a_8)$ auf und setzen wir in $b_1'$ ein, wobei wir noch die der Bedingung $b_1 + b_2 = 0$ äquivalente Festsetzung $b_2 = -b_1 = b/2$ benutzen, so erhalten wir zunächst zur

Bestimmung von $b$ die Gleichung

$$b\left(\frac{n_{11}\,n_{12}}{n_{11}+n_{12}}+\cdots+\frac{n_{81}\,n_{82}}{n_{81}+n_{82}}\right)$$
$$=\frac{n_{11}\,n_{12}}{n_{11}+n_{12}}(\overline{y}_{12}-\overline{y}_{11})+\cdots+\frac{n_{81}\,n_{82}}{n_{81}+n_{82}}(\overline{y}_{82}-\overline{y}_{81}),$$

wobei $n_{k1}$, $n_{k2}$ bzw. $\overline{y}_{k1}$, $\overline{y}_{k2}$ die Anzahlen der Stichproben bzw. der durchschnittlichen Befallswerte für die $k$. Exposition auf Weiderasen resp. Rhodoretum als Bodenvegetation sind. Hat man $b$ berechnet, so kann man in die Gleichungen $(a_1')$, ..., $(a_8')$ einsetzen und erhält unmittelbar $(m+a_1)$, ..., $(m+a_8)$:

$$m+a_i=\frac{1}{n_{i1}+n_{i2}}\left[Sy_i+\frac{1}{2}(n_{i1}-n_{i2})\,b\right],\quad i=1,\ldots,8.$$

Hierbei ist $Sy_i$ gleich der Summe a l l e r Befallswerte in Exposition $i$.

Tabelle 27 enthält die nötigen Angaben zur Berechnung der Konstanten $m+a_i$ und $b$.

Man hat demnach

$b = -(4.631579 \times 9.454545 + \ldots + 24.323232 \times 4.210964)/59.120653$
$= -692.281497/59.120653 = -11.709639$
$b/2 = -5.854819$

$m+a_1 = (1/19)\,[\ 162 + b/2 \times (-3)\ ] = 9.450761$
$m+a_2 = (1/38)\,[\ 236 + b/2 \times (-10)\ ] = 7.751268$
$m+a_3 = (1/24)\,[\ 417 + b/2 \times (8)\ ] = 15.423394$
$m+a_4 = (1/55)\,[1310 + b/2 \times (41)\ ] = 19.453680$
$m+a_5 = (1/19)\,[\ 572 + b/2 \times (19)\ ] = 24.250444$
$m+a_6 = (1/11)\,[\ 27 + b/2 \times (9)\ ] = -2.335761$
$m+a_7 = (1/36)\,[\ 822 + b/2 \times (-2)\ ] = 23.158601$
$m+a_8 = (1/99)\,[\ 669 - b/2 \times (13)\ ] = 7.526390$

Bildet man die Summe dieser 8 Werte und beachtet, daß $a_1+\ldots+a_8=0$, so erhält man schließlich $m = 13.084847$ und $a_1 = 9.450761 - 13.084847 = -3.634086$ etc., was wir aber vorläufig nicht benötigen, obwohl ein Vergleich der geschätzten Befallswerte in den Expositionen auf diese Weise vielleicht übersichtlicher würde.

Die Reduktion in der Summe der Quadrate auf Grund der obigen Schätzungen der Konstanten $m+a_1, \ldots, m+a_8$, $b$ berechnet sich wie bei einer Regression als Summe der Produkte der geschätzten Konstanten mit den rechten Seiten der Gleichungen, aus denen die Konstanten bestimmt werden, d. h. hier mit den Gesamtbefallswerten. Wir erhalten daher, wenn wir auf den Durchschnitt reduzieren:

$SQ$ (Konstantenschätzung)
$= 162 \times 9.450761 + \ldots + 669 \times 7.526390 +$
$(-3544 + 671) \times (-5.854819) - 4215 \times 14.003322$
$= 73155.912 + 16820.895 - 59024.002 = 30952.805$

mit 8 *FG*, da zwischen den 11 geschätzten Größen $m, a_1, \ldots, a_8, b_1, b_2$ die zwei linearen Beziehungen $a_1 + \ldots + a_8 = 0, b_1 + b_2 = 0$ bestehen und wir auf den Durchschnitt reduziert haben.

In dieser *SQ* von 8 *FG* haben wir den Einfluß von Exposition und Bodenvegetation erfaßt, soweit er entsprechend unserer Hypothese *H*, daß sich die beiden Einflüsse wechselwirkungsfrei überlagern, der gleichzeitigen Einwirkung der beiden Faktoren zugeschrieben werden kann. Die Differenz (Tabelle 26) 35606.615 — 30952.805 = 4653.810 mit 14 — 8 = 6 *FG* der *SQ* zwischen den 15 Expositions-Bodenvegetations-Klassen und eben jener *SQ* für die Schätzung von $m, a_1, \ldots, a_8, b$ ist folglich ein Maß für die Größe der Wechselwirkung zwischen beiden Faktoren und das zugehörige Durchschnittsquadrat 4653.810/6 = 775.635 (6 *FG*), verglichen mit dem Durchschnittsquadrat 441.274 (286 *FG*) innerhalb der Klassen, gibt an, ob eine Wechselwirkung vorhanden ist. Im vorliegenden Fall ist $F = 1.758$, was mit 6 und 286 *FG* nicht gesichert ist.

Es gibt eine andere Möglichkeit, diese Wechselwirkung zu berechnen, und wir haben sie schon im Zusammenhang mit der provisorischen Streuungszerlegung (Tabelle 26) erwähnt. Wenn eine der Klasseneinteilungen nur zwei Klassen aufweist, wie das bei der Bodenvegetation der Fall ist, so geht man wie folgt vor: Bezeichnet man $\bar{y}_{k1} - \bar{y}_{k2} = d_k$, $n_{k1}\, n_{k2}/(n_{k1} + n_{k2}) = g_k$, so ist die Summe der Quadrate für die Wechselwirkung

$$SQ_J = Sg_k\, d_k{}^2 - \frac{(Sg_k\, d_k)^2}{Sg_k}.$$

Der erste Teil ist die gewogene Summe der Quadrate der Unterschiede der durchschnittlichen Befallswerte für die beiden Bodenbedeckungen in jeder Exposition, der zweite stellt die *SQ* für den durchschnittlichen Unterschied zwischen den beiden Bodenbedeckungen über alle Expositionen dar. Die Differenz ist daher ein Maß für die Wechselwirkung, indem sie die Abweichungen in den einzelnen Differenzen für die beiden Bodendecken von der durchschnittlichen Differenz mißt. Nach Tabelle 27 bekommt

*Tabelle 27.* Einfluß von Exposition und Bodenvegetation • Methode des Konstantenschätzens

| Exposition | | Weiderasen | | | Rhodoretum | | | Zusammen | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $n_{k1}$ | $Sy_{k1}$ | $\bar{y}_{k1}$ | $n_{k2}$ | $Sy_{k2}$ | $\bar{y}_{k2}$ | $n_k$ | $Sy_k$ | $\bar{y}_k$ | $\bar{y}_{k2} - \bar{y}_{k1}$ | $\frac{n_{k1}\, n_{k2}}{n_{k1} + n_{k2}}$ |
| 1 | *N* | 8 | 112 | 14.000000 | 11 | 50 | 4.545455 | 19 | 162 | 8.526316 | — 9.454545 | 4.631579 |
| 2 | *NE* | 14 | 178 | 12.714286 | 24 | 58 | 2.416667 | 38 | 236 | 6.210526 | —10.297619 | 8.842105 |
| 3 | *E* | 16 | 343 | 21.437500 | 8 | 74 | 9.250000 | 24 | 417 | 17.375000 | —12.187500 | 5.333333 |
| 4 | *SE* | 48 | 1280 | 26.666667 | 7 | 30 | 4.285714 | 55 | 1310 | 23.818182 | —22.380953 | 6.109091 |
| 5 | *S* | 19 | 572 | 30.105263 | — | — | — | 19 | 572 | 30.105263 | — | — |
| 6 | *SW* | 10 | 25 | 2.500000 | 1 | 2 | 2.000000 | 11 | 27 | 2.454545 | — 0.500000 | 0.909091 |
| 7 | *W* | 17 | 641 | 37.705882 | 19 | 181 | 9.526316 | 36 | 822 | 22.833333 | —28.179566 | 8.972222 |
| 8 | *NW* | 43 | 393 | 9.139535 | 56 | 276 | 4.928571 | 99 | 669 | 6.757576 | — 4.210964 | 24.323232 |
| Insgesamt | | 175 | 3544 | 20.251429 | 126 | 671 | 5.325397 | 301 | 4215 | 14.003322 | | 59.120653 |

man, wenn man die Exposition $S$, die nichts zur Reduktion beiträgt, wegläßt,

$$\begin{aligned} -Sg_k\, d_k &= 4.631579 \times 9.454545 + \ldots + 24.323232 \times 4.210964 \\ &= +\ 692.281497 \\ (Sg_k\, d_k)^2/Sg_k &= (692.281497)^2/59.120653 = 8106.366 \\ Sg_k\, d_k{}^2 &= 4.631579 \times 9.454545^2 + \ldots + 24.323232 \times 4.210964^2 \\ &= 12760.099 \\ SQ_J &= 12760.099 - 8106.366 = 4653.733, \end{aligned}$$

was mit dem früher Festgestellten in befriedigender Übereinstimmung steht.

Nach dieser Zwischenbemerkung über die Wechselwirkung wollen wir dazu übergehen, die Einflüsse von Exposition und Bodenvegetation gesondert zu betrachten. Soll z. B. der Einfluß der Exposition untersucht werden, so haben wir das Konstanten-Schätzungsverfahren zu wiederholen unter der Hypothese $H_1$ daß keine Einflüsse der Exposition vorhanden sind. Wir ignorieren also die letzteren. Unter dieser Annahme haben wir in den Gleichungen

$$(m),\ (a_1),\ \ldots,\ (a_8),\ (b_1),\ (b_2)$$

alles zu streichen, was auf die Schätzung der $a_i$ bzw. $m + a_i$ Bezug hat. Übrig bleiben dann die Gleichungen

$$\begin{aligned} m\colon\ & 301\, m + 175\, b_1 + 126\, b_2 = 4215 \\ b_1\colon\ & 175\, m + 175\, b_1 \qquad\quad = 3544 \\ b_2\colon\ & 126\, m \qquad\quad + 126\, b_2 = \ 671 \end{aligned}$$

Die erste ist wieder die Summe der beiden andern, wir können sie daher streichen; für die Unbekannten $m$, $b_1$, $b_2$ bleiben daher die beiden letzten Gleichungen, und da wir eine Unbekannte zuviel haben, können wir eine Bedingung einführen, die wir als $m = 0$ nehmen. Dann ergibt sich

$$\begin{aligned} b_1 &= 3544/175 = 20.251429, \\ b_2 &= \ 671/126 = \ 5.325397 \end{aligned}$$

also die gewöhnlichen durchschnittlichen Befallswerte für die beiden Bodenvegetationen. Indem wir diese Schätzungen von $b_1$ und $b_2$ mit den zugehörigen Befallswerten multiplizieren und wiederum auf den Gesamtdurchschnitt reduzieren, erhalten wir als Summe der Quadrate, die dem Einfluß der Bodenbedeckung unter Ignorierung der Exposition zuzuschreiben ist,

$$\begin{aligned} & SQ \text{ (Bodenvegetation allein)} \\ &= 3544 \times 20.251429 + 671 \times 5.325397 - 4215 \times 14.003322 \\ &= 75344.405763 - 59024.002230 \\ &= 16320.404 \end{aligned}$$

mit $1\,FG$. In diesem Ausdruck läßt sich das gewöhnliche Verfahren zur Berechnung der $SQ$ zwischen den Klassen in einer Tabelle mit einfacher Klassifikation erkennen, dem wir auch schon in der provisorischen Streuungszerlegung (Tabelle 26) begegnet sind.

Ähnlich wird für die Schätzung der Konstanten $a_i$ unter der Hypothese $H_2$, daß die Einflüsse der Bodenvegetation ignoriert werden können,

die $SQ$ für die Exposition allein

$$SQ \text{ (Exposition allein)}$$
$$= 162 \times 8.526316 + \ldots + 669 \times 6.757576 - 4215 \times 14.003322$$
$$= 81870.441969 - 59024.002230$$
$$= 22846.440$$

mit 7 Freiheitsgraden, da wir 8 Konstanten geschätzt und auf den Durchschnitt reduziert haben.

Wollen wir nun prüfen, ob ein Einfluß der Exposition unabhängig von der Bodenvegetation vorhanden ist, so können wir einerseits nach Hypothese $H_1$ annehmen, es sei kein Einfluß der Exposition vorhanden und nur derjenige der Bodenvegetation wirksam. Dieser Annahme entspricht die $SQ$ 16320.404 zwischen den Bodendecken mit 1 $FG$. Anderseits können wir nach Hypothese $H$ annehmen, die Einflüsse Exposition und Bodenvegetation seien gemeinsam wirksam. Die zugehörige $SQ$ für die Schätzung der Konstanten $m$, $a_1, \ldots, a_8, b_1, b_2$, ist 30952.805 mit 8 $FG$. Die Differenz 30952.805 — 16320.404 = 14632.401 der beiden $SQ$ mit 8 — 1 = 7 $FG$ ist dann offenbar allein dem Einfluß der Exposition zuzuschreiben, wobei nun störende Einflüsse von Seite der Bodenvegetation eliminiert sind. Da die Wechselwirkung zwischen Bodenbedeckung und Exposition nicht gesichert ist, können wir das Durchschnittsquadrat 14632.401/7 = 2090.343 mit dem Durchschnittsquadrat 441.274 innerhalb der 15 Klassen vergleichen und stellen fest, daß der Quotient $F = 4.737$ mit 7 und 286 $FG$ sehr stark gesichert ist. Auch nach Ausschaltung des Einflusses der Bodenvegetation ist also zweifellos ein Einfluß der Exposition auf den LW-Befall vorhanden.

Auf ähnliche Weise kann man den Einfluß der Bodenvegetation nach Ausschaltung des Einflusses der Exposition prüfen. Die Hypothese $H_2$, daß kein Einfluß der Bodenvegetation, sondern nur ein solcher der Exposition vorhanden sei, führt zu einer $SQ$ von 22846.440 mit 7 $FG$, die Hypothese $H$, daß beide Einflüsse wirksam sind, wiederum zu $SQ$ = 30952.805 mit 8 $FG$. Der Unterschied 8106.365 mit 1 $FG$ kann dann offenbar dem Einfluß der Bodenvegetation allein zugeschrieben werden und das zugehörige Durchschnittsquadrat erweist sich als 18.370-mal größer als dasjenige innerhalb der Klassen, so daß der Einfluß der Bodenvegetation als gesichert angenommen werden kann. Man kann die Ergebnisse zusammenfassen in folgender Tab. 28.

*Tabelle 28.* Streuungszerlegung zur Berechnung der Einflüsse von Bodenvegetation und Exposition

| | | $FG$ | $SQ$ | $DQ$ | $F$ |
|---|---|---|---|---|---|
| **Für Exposition:** | Bodendecke allein | 1 | 16320.404 | | |
| | Expositionen | 7 | 14632.401 | 2090.343 | 4.737*** |
| **Für Bodenvegetation:** | Exposition u. Bodendecke | 8 | 30952.805 | | |
| | Exposition allein | 7 | 22846.440 | | |
| | Bodendecke | 1 | 8106.365 | 8106.365 | 18.370*** |
| | Exposition u. Bodendecke | 8 | 30952.805 | | |
| | Wechselwirkung | 6 | 4653.810 | 775.635 | 1.758 n. s. |
| | Zwischen Klassen | 14 | 35606.615 | | |
| | Innerhalb Klassen | 286 | 126204.373 | 441.274 | — |
| | Insgesamt | 300 | 161810.988 | | |

Zusammenfassend sehen wir, daß, vorläufig ohne Berücksichtigung der Einflüsse von Höhenlage und Lärchenanteil, die beiden Faktoren Exposition und Bodendecke einen gesicherten Einfluß auf den LW-Befall auszuüben scheinen, und daß eine Wechselwirkung dieser beiden Faktoren nicht besteht. Die nach diesem Ansatz zu erwartenden Werte in den einzelnen Klassen sind durch

$$Y = m + a_i + b_j\,,\ i = 1,\ldots, 8;\ j = 1,2$$

gegeben, wobei

$$m = 13.085$$

$$b_1 = 5.855 \qquad b_2 = -\ 5.855$$

$$a_1 = -\ 3.634 \qquad a_5 = +\ 11.165$$
$$a_2 = -\ 5.334 \qquad a_6 = -\ 15.421$$
$$a_3 = +\ 2.339 \qquad a_7 = +\ 10.074$$
$$a_4 = +\ 6.369 \qquad a_8 = -\ 5.558$$

$$b_1 + b_2 = 0,\ a_1 + \ldots + a_8 = 0.$$

Z. B. ist der geschätzte Durchschnittsbefall für die Exposition $N$ und für Weiderasen

$$m + a_1 + b_1 = 13.085 - 3.634 + 5.855$$
$$= 15.306$$

an Stelle der beobachteten 14, und dies ist die beste Schätzung, die man erhalten kann unter der Annahme, daß sich die beiden Einflüsse additiv verhalten.

Eine andere Frage ist, ob der gewählte Ansatz der zweckmäßigste ist, etwa im Vergleich zu einem solchen, in welchem sich die Einflüsse multiplikativ verhalten würden. Hierzu ist zu sagen, daß Überlegungen, die mit dem bereits erwähnten Problem der Transformation der Veränderlichen in Beziehung stehen, einen solchen Ansatz nahelegen könnten, hingegen ist zu bemerken, daß sich solche lineare Beziehungen in der Statistik bisher als sehr erfolgreich erwiesen haben und auch rechnerisch im allgemeinen keine unüberwindlichen Schwierigkeiten bieten.

Auf die Frage, ob sich die geschätzten Befallswerte z. B. für Weiderasen $NE$ und $NW$, die nach den Schätzungen für $a_2$ und $a_8$ nur wenig verschieden sind, gesichert voneinander unterscheiden, können wir nicht eintreten, da sie zu weit führen würde. Auch das Vorgehen im Falle, daß die Wechselwirkung zwischen den beiden Faktoren sich als gesichert erwiesen hätte, sei hier nicht weiter auseinandergesetzt, sondern es sei auf F. Yates (1934) verwiesen, an den wir uns bei der Beschreibung der Methode des Konstanten-Schätzens auch angelehnt haben.

### e) Abhängigkeit des LW-Befalls von allen vier Faktoren (Methode der Abhängigkeitszerlegung)

Mit Hilfe der Technik der Regression bzw. des Konstanten-Schätzens — zwei Verfahren, welche sich übrigens nur äußerlich unterscheiden — wurde im Vorhergehenden untersucht, einerseits die Einflüsse quantitativer

Faktoren wie Höhenstufen und Lärchenanteil, anderseits diejenigen qualitativer Faktoren wie Exposition und Bodenbedeckung zu erfassen. Im folgenden sollen nun die vier Faktoren zusammen betrachtet werden. Wir wollen vorläufig nicht untersuchen, wie der LW-Befall zwischen den Expositions-, Bodenvegetations- oder Expositions-Bodenvegetations-Klassen in Abhängigkeit von Höhenlage und Lärchenanteil variiert, auch nicht, wie die Regressionen nach Höhenlage und Lärchenanteil innerhalb dieser Klassen aussehen würden und ob sich die verschiedenen Regressionen, die wir berechnen können, gesichert oder nur zufällig unterscheiden. Die Beantwortung dieser Fragen wäre an sich zwar auch wichtig. Wir wollen uns jedoch unserem Ziel zuwenden und uns fragen, ob uns die Kenntnis von Höhenstufe und Lärchenanteil zusätzlich zu derjenigen der Befallswerte in den einzelnen Stichproben und für die einzelnen Expositions-Bodenbedeckungs-Klassen dazu dienen kann, die Vergleiche zwischen den Befallswerten in den einzelnen Expositionen oder Bodenbedeckungen zu verbessern. Wir denken an eine Verbesserung in dem Sinn, daß wir den Einfluß von Höhenlage und Lärchenanteil in den einzelnen Expositions-Bodenbedeckungs-Klassen ausschalten oder, was damit gleichbedeutend ist, die Einflüsse von Exposition und Bodenvegetation bei konstanter Höhenlage und konstantem Lärchenanteil berechnen wollen. Die Korrekturen, die wir an den beobachteten Werten vornehmen müssen, damit sie sich auf eine einheitliche Höhenlage und einen einheitlichen Lärchenanteil beziehen, lassen sich offenbar berechnen als die Änderungen des LW-Befalls beim Übergang von der tatsächlichen Höhenlage und dem tatsächlichen Lärchenanteil zu diesen einheitlichen Höhenlagen und Lärchenanteilen. Diese Änderungen können wir bestimmen, wenn wir die Regression des LW-Befalls in bezug auf Höhenlage und Lärchenanteil nach Ausschaltung der Einflüsse von Exposition und Bodenvegetation rechnen. Anders ausgedrückt: Innerhalb jeder der 15 Expositions-Bodenvegetations-Klassen können wir eine Regression der LW-Befallswerte $y$ nach der Höhenlage $x_1$ und dem Lärchenanteil $x_2$ rechnen; dies führt uns zu 15 Regressionsebenen innerhalb der 15 Klassen und diese können wir über die 15 Klassen mitteln, indem wir die Summen der Quadrate und Produkte

$$S\,(y-\overline{y})^2,\ S\,(y-\overline{y})\,(x_1-\overline{x}_1),\ S\,(y-\overline{y})\,(x_2-\overline{x}_2),$$
$$S\,(x_1-\overline{x}_1)^2,\ S\,(x_1-\overline{x}_1)\,(x_2-\overline{x}_2),\ S\,(x_2-\overline{x}_2)^2$$

der 15 Klassen samt den zugehörigen Freiheitsgraden addieren und mit diesen $SQ$ und $SP$ die Regression rechnen. Diese Regression sagt dann, um wieviel der LW-Befall, unabhängig von Exposition und Bodenvegetation, ändert, wenn Höhenlage und Lärchenanteil statt die Werte $x_1$ und $x_2$ die Werte $\overline{x}_1$ und $\overline{x}_2$ annehmen würden. Oder noch etwas anders ausgedrückt: Die Abweichungen der beobachteten Werte $y$ von dieser mittleren Regressionsebene sind die, auf den Durchschnitt $\overline{y}$ bezogenen, Befallswerte, die man, nach Ausschaltung von Exposition und Bodenvegetation, für die durchschnittliche Höhenlage $\overline{x}_1$ und den durchschnittlichen Lärchenanteil $\overline{x}_2$ erhalten würde.

Für $y$ haben wir die Summe der Quadrate „zwischen" den 15 Klassen, die uns nachher zur Berechnung der $SQ$ „innerhalb" der Klassen diente, bereits früher bestimmt. Für die Summe der Produkte etwa von $y$ und $x_2$ zwischen

den Klassen ergibt sich ganz analog (vergl. Tabelle 25)

$$\begin{aligned} &SP \text{ (zwischen 15 Klassen)} \\ &= 8 \times (14.000000 - 14.003322)\,(7.000000 - 5.817276) + \ldots \\ &\quad + 56 \times (4.928571 - 14.003322)\,(4.482143 - 5.817276) \\ &= 112 \times 7.000000 + \ldots + 276 \times 4.482143 - 4215 \times 5.817276 \\ &= 56 \times 14.000000 + \ldots + 251 \times 4.928571 - 1751 \times 14.003322 \\ &= 27548.664 - 24519.818 \\ &= 3028.845. \end{aligned}$$

Da, wie ebenfalls bereits früher berechnet,

$$\begin{aligned} S\,(y - \overline{y})\,(x_2 - \overline{x}_2) &= S\,(yx_2) - (Sy)\,(Sx_2)/301 \\ &= 32665 - 24519.818 \\ &= 8145.182 \end{aligned}$$

beträgt, so ergibt sich für die $SP$ von $y$ und $x_2$ innerhalb der 15 Klassen

$$\begin{aligned} &SP \text{ (innerhalb Klassen)} \\ &= 8145.182 - 3028.845 = 5116.337. \end{aligned}$$

Die $SQ$ und $SP$, die wir benötigen, sind zusammengestellt in Tabelle 29.

*Tabelle 29.* Summen der Quadrate und Produkte von $y$, $x_1$ und $x_2$ zwischen und innerhalb der Expositions-Bodenbedeckungs-Klassen und für Total (14, 286 und 300 *FG*)

| | Zwischen 15 Klassen | Innerhalb 15 Klassen | Total |
|---|---|---|---|
| $y\,y$ | 94630.617—59024.002 = 35606.614 | 126204.384 | 220835—59024.002 = 161810.998 |
| $y\,x_1$ | 23833.826—24701.860 = —868.034 | 1525.174 | 23539—24701.860 = 657.140 |
| $y\,x_2$ | 27548.664—24519.818 = 3028.845 | 5116.337 | 32665—24519.818 = 8145.182 |
| $x_1\,x_1$ | 10507.390—10337.860 = 169.530 | 1958.610 | 12466 - 10337.860 = 2128.140 |
| $x_1\,x_2$ | 10191.901 -10261.675 = — 69.774 | 295.099 | 10487—10261.675 = 225 325 |
| $x_2\,x_2$ | 10674.432—10186.050 = 488.382 | 1566.568 | 12241—10186.050 = 2054.950 |

Die Regression von $y$ nach $x_1$ und $x_2$ innerhalb der 15 Klassen ergibt sich nun aus den Gleichungen

$$\begin{aligned} 1958.610\,b_1 + 295.099\,b_2 &= 1525.174 \\ 295.099\,b_1 + 1566.568\,b_2 &= 5116.337 \end{aligned}$$

mit $b_1 = 0.295002$, $b_2 = 3.210382$

und $Y = \overline{y} + b_1\,(x_1 - \overline{x}_1) + b_2\,(x_2 - \overline{x}_2)$

$= 4.003322 + 0.295002\,(x_1 - 5.860465) + 3.210382\,(x_2 - 5.817276)$

oder $$Y = -6.401205 + 0.295002\,x_1 + 3.210382\,x_2\,. \qquad (I)$$

Es ist zu beachten, daß dies die Regressionsgleichung für die Abhängigkeit des LW-Befalls von $x_1$ und $x_2$ nach Ausschaltung der Einflüsse von Exposition und Bodenvegetation darstellt. In dieser Gleichung sind also, im Gegensatz zur früher gegebenen Regressionsgleichung

$$Y = -8.468635 - 0.112189\,x_1 + 3.975991\,x_2, \qquad (T)$$

die wir auf Grund der $SQ$ und $SP$ für das Total (300 *FG*) herleiteten, keine Einflüsse von Exposition und Bodenvegetation mehr vorhanden, und sie gibt die reine Abhängigkeit des LW-Befalls von Höhenlage und Lärchenanteil.

Zur Beantwortung der Frage, was wir durch Ausschaltung von $x_1$ und $x_2$ innerhalb der Klassen gewonnen haben, müssen wir die Summe der Quadrate auf der Regression berechnen. Diese ist wie üblich die Summe der Produkte der Regressionskoeffizienten mit den rechten Seiten der Gleichungen, aus denen die Regressionskoeffizienten sich bestimmen, also

$$R = 0.295002 \times 1525.174 + 3.210382 \times 5116.337$$
$$= 16875.327 \text{ (mit } 2\,FG).$$

Die Streuung um die Regressionsebene innerhalb der 15 Klassen ist

$$U = 126204.384 - 16875.327 = 109329.057$$

mit $286 - 2 = 284\,FG$. Die Ergebnisse fassen wir zusammen in der Streuungszerlegung von Tabelle 30.

*Tabelle 30.* Streuungszerlegung für Regression innerhalb 15 Exposition-Bodenvegetations-Klassen

| | *FG* | *SQ* | *DQ* | *F* |
|---|---|---|---|---|
| Auf Regressionsebene | 2 | 16875.327 | 8437.664 | 21.918*** |
| Um Regressionsebene | 284 | 109329.057 | 384.961 | — |
| Total | 286 | 126204.384 | | |

Da $F$ gesichert ist, können wir durch Ausschaltung der Variabeln $x_1$ und $x_2$ die Vergleiche z. B. zwischen den Expositionen oder zwischen den Bodenvegetationen präziser gestalten. In der Tat hat sich die Streuung innerhalb der Klassen von 441.274 (mit $286\,FG$) (s. Tabelle 28) auf 384.961 (mit $284\,FG$) vermindert, was einer Abnahme von $(1 - 384.961/441.274) \times 100 = 12.8\%$ der ersteren Streuung entspricht, und dies bedeutet eine Erhöhung der Präzision der Vergleiche, da die zugehörigen *DQ* immer mit der Reststreuung 384.961 verglichen werden.

Schon früher hat sich gezeigt, daß man durch Beibehaltung der Höhenlage $x_1$ neben dem Lärchenanteil $x_2$ für die Güte der Regression nicht viel gewinnt. Um zu sehen, was $x_1$ zur Bestimmtheit der Regression hier beiträgt, wollen wir innerhalb der 15 Expositions-Bodenvegetations-Klassen nur den Lärchenanteil $x_2$ ausschalten. Die Gleichung, die uns jetzt $b_2$ liefert, ist

$$1566.568\, b_2^* = 5116.337,$$

woraus

$$b_2^* = 3.265953$$

und die *SQ* auf der Regression

$$R^* = 3.265953 \times 5116.337 = 16709.715\ (1\,FG)$$

und die *SQ* um die Regression

$$U^* = 126204.384 - 16709.715 = 109494.669$$

mit $286 - 1 = 285\,FG$. Der $1\,FG$ Unterschied zwischen $U$ und $U^*$ ist offenbar allein der Wirkung der Höhenlage $x_1$ zusätzlich zum Lärchenanteil $x_2$, also der Wirkung von $x_1$ allein ohne Störung durch $x_2$, zuzuschreiben. Die folgende Streuungszerlegung (Tabelle 31)

*Tabelle 31.* Streuungszerlegung für Nutzen infolge von Beibehaltung von $x_1$

| | *FG* | *SQ* | *DQ* | *F* |
|---|---|---|---|---|
| Abweichung zwischen Regressionen | 1 | 165.612 | 165.612 | < 1 |
| Um Regression für $x_1$ und $x_2$ | 284 | 109329.057 | 384.961 | — |
| Um Regression für $x_2$ allein | 285 | 109494.669 | | |

zeigt, daß man an und für sich durch Beibehalten der Variabeln $x_1$ für die Höhenlage für die Präzision der Vergleiche nichts gewinnt. Diese Feststellung könnte genügen, uns dazu zu veranlassen, uns mit $x_1$ im weitern nicht mehr abzugeben, da diese Variable auch im Verein mit den andern Faktoren offenbar von geringem Einfluß auf den LW-Befall ist. Wenn wir $x_1$ in Zukunft doch beibehalten, so tun wir dies, weil die Grundsätze für die Analyse des Beobachtungsmaterials dadurch etwas deutlicher zum Ausdruck kommen dürften. Wir müssen dafür allerdings etwas mehr Rechenarbeit in Kauf nehmen.

Wir können uns nun fragen, ob die Unterschiede zwischen den 15 Klassen, die selbstverständlich die Unterschiede zwischen den 8 Expositionen und den 2 Bodenvegetationen und deren Wechselwirkung in sich enthalten (vergleiche Tabelle 28), dadurch, daß wir $x_1$ und $x_2$ ausschalten bzw. konstant halten, bestehen bleiben oder ob sie sich auf Unterschiede in der Höhenlage und dem Lärchenanteil zurückführen lassen. Dies können wir entscheiden, indem wir wieder zwei Hypothesen vergleichen. Die eine Hypothese nimmt an, daß solche Unterschiede zwischen den 15 Klassen vorhanden sind. Unter dieser Annahme sind die Summen der Quadrate und Produkte, welche für die Berechnung der Regression in Betracht kommen, diejenigen innerhalb der 15 Klassen und die Summe der Quadrate der Abweichungen der Beobachtungen von der entsprechenden Regressionsebene haben wir bereits berechnet, nämlich zu 109329.057 mit 284 *FG*. Nehmen wir anderseits an, Unterschiede zwischen den 15 Klassen seien keine vorhanden, so müssen die *DQ* zwischen und innerhalb der Klassen von der gleichen Größenordnung sein, wir dürfen dann die entsprechenden Freiheitsgrade und *SQ* und *SP* addieren und mit diesen Summen die Regressionsebene rechnen. Dies haben wir aber auch bereits getan, da die fraglichen *SQ* und *SP* diejenigen für das Total mit 300 *FG* sind, wofür sich eine Summe der Quadrate der Abweichungen um die Regressionsebene von 129499.547 mit 289 *FG* ergab. Der Unterschied dieser beiden Reststreuungen, der 14 *FG* aufweist, kann offenbar dem Unterschied zwischen den 15 Klassen, der nach Ausschaltung von Höhenlage und Lärchenanteil übrig bleibt, zugeschrieben werden. In der Streuungszerlegung von Tabelle 32 sieht die Sache wie folgt aus:

*Tabelle 32.* Unterschiede zwischen Expositions-Bodenvegetations-Klassen nach Ausschaltung von $x_1$ und $x_2$

| | *FG* | *SQ* | *DQ* | *F* |
|---|---|---|---|---|
| Zwischen 15 Klassen | 14 | 20170.490 | 1440.749 | 3.743*** |
| Reststreuung innerhalb Klassen | 284 | 109329.057 | 384.961 | — |
| Reststreuung Total | 298 | 129499.547 | | |

Es zeigt sich also, daß ein stark gesicherter Unterschied zwischen den 15 Klassen, unabhängig von Höhenlage und Lärchenanteil vorhanden ist.

Man kann diese 14 *FG* noch etwas näher analysieren. Berechnet man nämlich die Regressionsebene für die 15 Werbetripel $(\bar{y}, \bar{x}_1, \bar{x}_2)$, wo $\bar{y}$, $\bar{x}_1$, $\bar{x}_2$ resp. die Durchschnitte von $y$, $x_1$, $x_2$ in den einzelnen Klassen darstellen, so bekommt man, da man als *SQ* und *SP* diejenigen zwischen den Klassen (Tabelle 29) zu nehmen hat, als Gleichungssystem für die Regressionskoeffizienten der Regressionsebene zwischen den Klassen

$$169.530\, b_1 - 69.774\, b_2 = -868.034$$
$$-69.774\, b_1 + 488.382\, b_2 = 3028.845,$$

daraus $b_1 = -2.728163$, $b_2 = 5.812029$

und $R = (-2.728163) \times (-868.034) + 5.812029 \times 3028.845$
$= 19971.872$

sowie

$$U = 35606.614 - 19971.872 = 15634.742$$

mit $14 - 2 = 12$ *FG*. Dies ist also die Summe der Quadrate der Abweichungen der Beobachtungen von der Regressionsebene „zwischen den Klassen". Die Größe dieser Abweichungen im Vergleich zur Reststreuung innerhalb der Klassen ist ein Maß dafür, die Linearität der Regression zwischen den Klassen zu beurteilen. — Die Differenz der Streuungen zwischen den 15 Klassen (*SQ* = 20170.490, *FG* = 14) und um die Regression für die 15 Klassendurchschnitte (*SQ* = 15634.742, *FG* = 12) nach Ausschaltung von $x_1$ und $x_2$ bildet dann offenbar ein Maß für das Abweichen der Regression „zwischen" den 15 Klassen von der Regression „innerhalb" der 15 Klassen und implizite auch für den Unterschied der letzteren Regression gegenüber derjenigen für das Total (298 *FG*), für die wir die Regressionsgleichungen explizit hingeschrieben haben (Gleichungen I und T). Da die *SQ* für das Total die Freiheitsgrade zwischen und innerhalb der Klassen enthält, konnte I und T nicht unmittelbar verglichen werden, sondern es war nötig, die Frage etwas anders zu stellen. Zusammenfassend erhalten wir folgende Streuungszerlegung (Tabelle 33):

*Tabelle 33.* Zerlegung der Reststreuung für Unterschiede zwischen Regressionsebenen

| | *FG* | *SQ* | *DQ* | *F* |
|---|---|---|---|---|
| Regression für Klassendurchschnitte | 12 | 15634.742 | 1302.895 | 3.384*** |
| Abweichungen der Regressionsebenen | 2 | 4535.748 | 2267.874 | 5.891*** |
| Zwischen Klassen | 14 | 20170.490 | | |
| Innerhalb Klassen | 284 | 109329.057 | 384.961 | — |
| Total | 298 | 129499.547 | | |

Wir schließen aus dieser Streuungszerlegung, daß erstens die Regression der Klassendurchschnitte nicht als linear betrachtet werden kann, und zweitens, daß die Regressionen (I) und (T) wesentlich voneinander abweichen.

Es liegt nun nahe, ebenfalls zu untersuchen, welchen Einfluß die Ausschaltung von $x_1$ und $x_2$ auf die Vergleiche zwischen den Expositionen, zwischen den Bodendecken und auf die Wechselwirkung der beiden Faktoren ausübt. Es dürfte klar sein, daß wir hierzu einer ähnlichen Zerlegung von $S\,(y - \bar{y})\,(x_1 - \bar{x}_1)$, $S\,(y - \bar{y})\,(x_2 - \bar{x}_2)$, $S\,(x_1 - \bar{x}_1)^2$, $S\,(x_1 - \bar{x}_1)\,(x_2 - \bar{x}_2)$, $S\,(x_2 - \bar{x}_2)^2$ (Total mit 300 *FG*) bedürfen, wie sie bereits für $S\,(y - \bar{y})^2$ in

Tabelle 28 vorliegt. Wir haben gewissermaßen zu untersuchen, welchen Einfluß die Exposition und die Bodenvegetation auf $x_1$ und $x_2$ ausüben und wie sich $x_1 x_2$, $x_1 y$, $x_2 y$ in Abhängigkeit von Exposition und Bodenvegetation ändern. Für die 14 resp. 286 *FG* zwischen bzw. innerhalb der 15 Expositions-Bodenvegetations-Klassen liegen die *SQ* und *SP* bereits in Tabelle 29 vor. Was die 8 Freiheitsgrade für den Einfluß von Exposition und Bodendecke zusammen betrifft, so haben wir einfach das Verfahren des Konstantenschätzens für $x_1$ und $x_2$ statt für $y$ zu wiederholen. Wir brauchen zu dem Zweck nur in den Gleichungen, die die Schätzungen $b$ und $m + a_i$ liefern, die $y$-Werte unter Verwendung von Tabelle 25 durch die entsprechenden $x_1$ resp. $x_2$ zu ersetzen. Die Berechnung von $b_z$ erfolgt wiederum nach der Formel

$$b_z \left( \frac{n_{1w}\, n_{1r}}{n_{1w} + n_{1r}} + \ldots + \frac{n_{8w}\, n_{8r}}{n_{8w} + n_{8r}} \right)$$

$$= \frac{n_{1w}\, n_{1r}}{n_{1w} + n_{1r}} (\overline{z}_{1r} - \overline{z}_{1w}) + \ldots + \frac{n_{8w}\, n_{8r}}{n_{8w} + n_{8r}} (\overline{z}_{8r} - \overline{z}_{8w}),$$

wo $z$ je nachdem für $y$, $x_1$ oder $x_2$ steht und die Indizes $r$ und $w$ die Bodendecken Rhodoretum bzw. Weiderasen bezeichnen. Nach der folgenden Tabelle 34 erhält man für die verschiedenen $b_z$ :

*Tabelle 34.* Methode des Konstantenschätzens (1)

| Exposition | $\frac{n_w\, n_r}{n_w + n_r}$ | $\overline{y}_r - \overline{y}_w$ | $(\overline{x}_1)_r - (\overline{x}_1)_w$ | $(\overline{x}_2)_r - (\overline{x}_2)_w$ |
|---|---|---|---|---|
| *N* | 4.631579 | — 9.454545 | 0.863636 | —2.090909 |
| *NE* | 8.842105 | —10.297619 | —1.029762 | —1.946429 |
| *E* | 5.333333 | —12.187500 | 2.187500 | —2.062500 |
| *SE* | 6.109091 | —22.380953 | 0.377976 | —2.866071 |
| *S* | 0 | — | — | — |
| *SW* | 0.909091 | — 0.500000 | 0.200000 | —4.000000 |
| *W* | 8.972222 | —28.179566 | 1.978329 | —0.594427 |
| *NW* | 24.323232 | — 4.210964 | 1.330565 | —1.052741 |
| | 59.120653 | | | |

$b_y = -692.281497/59.120653 = -11.709639$
$b_y/2 = -5.854819$; $Sy_r - Sy_w = 671 - 3544 = -2873$
$b_{x_1} = 59.165957/59.120653 = 1.000766$
$b_{x_1}/2 = 0.500383$; $S(x_1)_r - S(x_1)_w = 801 - 963 = -162$
$b_{x_2} = -89.979586/59.120653 = -1.521965$
$b_{x_2}/2 = -0.760983$; $S(x_2)_r - S(x_2)_w = 581 - 1170 = -589$.

Nachdem wir $b_z$ kennen, ergibt sich $(m + a_i)_z$ aus der Formel

$$(m + a_i)_z = \frac{1}{n_w + n_r} \left[ Sz - \frac{b_z}{2} (n_w - n_r) \right]$$

Die nötigen Angaben sowie die Werte von $(m + a_i)_z$ sind in Tabelle 35 zusammengestellt. Die Schätzung der Summen der Quadrate von $y$, $x_1$ und $x_2$ für Exposition und Bodendecke zusammen, welche 8 Freiheitsgrade aufweist, erfolgt nach der bekannten Vorschrift:

$$(m + a_1)_z\, Sz_1 + \ldots + (m + a_8)_z\, Sz_8 + (b_z/2)\,(Sz_r - Sz_w) - \overline{z}.Sz$$

*Tabelle 35.* Methode des Konstantenschätzens (2)

| Exposition | $n_w + n_r$ | $n_w - n_r$ | $S_y$ | $m + a_i)_y$ | $S_{x_1}$ | $(m + a_i)_{x_1}$ | $S_{y_2}$ | $(m + a_i)_{x_2}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *N* | 19 | — 3 | 162 | 9.450761 | 133 | 6.920992 | 110 | 5.909629 |
| *NE* | 38 | —10 | 236 | 7.751268 | 225 | 5.789373 | 203 | 5.542364 |
| *E* | 24 | 8 | 417 | 15.423394 | 160 | 6.833461 | 135 | 5.371339 |
| *SE* | 55 | 41 | 1310 | 19 453680 | 304 | 5.900286 | 389 | 6.505449 |
| *S* | 19 | 19 | 572 | 24.250444 | 113 | 6.447752 | 160 | 7.660070 |
| *SW* | 11 | 9 | 27 | — 2.335761 | 64 | 6.227586 | 73 | 6.013741 |
| *W* | 36 | — 2 | 822 | 23.158601 | 207 | 5.722201 | 192 | 5.375610 |
| *NW* | 99 | —13 | 669 | 7.526390 | 558 | 5.570657 | 489 | 5.039321 |
| | 301 | | 4215 | $\overline{y} = 14.003322$ | 1764 | $x_1 = 5.860465$ | 1751 | $\overline{x}_2 = 5.817276$ |

also z. B. für $z = x_1$ :

$$6.920992 \times 133 + \ldots + 5.570657 \times 558 + 0.500383 \times (-162) - 5.860465 \times 1764$$
$$= 10530.225 - 81.062 - 10337.860 = 111.303.$$

Für die Summe der Produkte haben wir, wenn wir beispielsweise $y$ und $x_2$ nehmen, ganz analog:

$$(m + a_1)_y S(x_2)_1 + \ldots + (m + a_8)_y S(x_2)_8 + (b_y/2)\,[S(x_2)_r - S(x_2)_w] - \overline{y}.Sx_2$$

oder

$$(m + a_1)_{x_2} Sy_1 + \ldots + (m + a_8)_{x_2} Sy_8 + (b_{x_2}/2)\,(Sy_r - Sy_w) - \overline{x}_2.Sy$$

also, wenn wir einsetzen,

$$9.450761 \times 110 + \ldots + 7.526390 \times 489 + (-5.854819) \times (-589) - 14.003322 \times 1751$$
$$= 24099.147 + 3448.488 - 24519.817 = 3027.818$$

bzw.

$$5.909629 + \ldots + 5.039321 \times 669 + (-0.760983) \times (-2873) - 5.817276 \times 4215$$
$$= 25361.333 + 2186.304 - 24519.817 = 3027.818.$$

Diese Summen von Quadraten und Produkten liefern die Zeilen für Exposition und Bodenvegetation mit 8 *FG* in der allgemeinen Streuungszerlegung für die Summen der Quadrate und Produkte. Da wir die *SQ* und *SP* für die Bodendecke unter Ignorierung der Exposition (1 *FG*) und diejenige für Exposition unter Ignorierung der Bodenvegetation (7 *FG*) berechnen können, so bekommen wir aus der Differenz mit den *SQ* und *SP* für Exposition und Bodenvegetation zusammen (8 *FG*) die reinen Einflüsse der Exposition nach Ausschaltung der Bodenvegetation (7 *FG*) und der Bodenvegetation nach Ausschaltung der Exposition (1 *FG*). Um also zu prüfen, ob ein Einfluß der Exposition vorhanden sei, vergleicht man wieder die *SQ* und *SP* unter der Annahme, daß nur ein Einfluß der Bodenvegetation besteht (1 *FG*) und daß beide Einflüsse wirksam sind (8 *FG*): der Unterschied ergibt den reinen Einfluß der Exposition. Für die *SQ* und *SP* für die Bodenvegetation bei Ignorierung der Exposition hat man, wenn man z. B. die gemeinsame Variabilität von $x_1$ und $x_2$ betrachtet,

nach bekanntem Verfahren auf Grund von Tabelle 35

$$\begin{aligned} &5.502857 \times 1170 + 6.357143 \times 581 - 5.860465 \times 1751 \\ &= 6.685714 \times 963 + 4.611111 \times 801 - 5.817276 \times 1764 \\ &= -129.831 \end{aligned}$$

und ähnlich für die $SQ$ und $SP$ für die Exposition bei Ignorierung der Bodenvegetation, wenn wir z. B. $y$ und $x_1$ ansehen,

$$\begin{aligned} &14.000000 \times 52 + \ldots + 4.928571 \times 348 - 14.003322 \times 1764 \\ &= 6.500000 \times 112 + \ldots + 6.214286 \times 276 - 5.860465 \times 4215 \\ &= -93.552 \end{aligned}$$

Es ist zu beachten, daß in den $SP$ die Produktvariablen vollständig symmetrisch in die Rechnung eingehen. Wir können die Ergebnisse zusammenfassen in der Zerlegung der Summen von Quadraten und Produkten in Tabelle 36.

Diese Tabelle liefert uns die Grundlagen zur Beantwortung der Frage, ob sich durch Ausschaltung der Höhenlage $x_1$ und des Lärchenanteils $x_2$ die Tests für die Wechselwirkung sowie für den reinen Einfluß von Exposition bzw. Bodenvegetation verschärfen lassen.

Um mit der Wechselwirkung zu beginnen: Wenn wir annehmen, eine Wechselwirkung sei nicht vorhanden, so müssen die zugehörigen $SQ$ und $SP$ nur zufällig von jenen innerhalb der 15 Klassen abweichen. Wir dürfen dann die entsprechenden $FG$, nämlich 6 und 286, samt den zugehörigen $SQ$ und $SP$ addieren. Das Verfahren besteht nun darin, von dieser Summe $x_1$ und $x_2$ durch Regression auszuschalten und die Reststreuung mit derjenigen innerhalb der Klassen nach Ausschaltung von $x_1$ und $x_2$ zu vergleichen. Die letztere ist uns bereits begegnet, haben doch $b_1$ und $b_2$, mit deren Hilfe wir sie berechneten, die Werte

$$b_1 = 0.295002, \qquad b_2 = 3.210382$$

und die Reststreuung selber mit $286 - 2 = 284$ $FG$ ist

$$U = 109329.057,$$

während das zugehörige Durchschnittsquadrat

$$DQ_i = 384.961$$

ausmacht. — Das Verfahren dürfte aus Tabelle 37 genügend deutlich hervorgehen. Die Koeffizienten der Gleichungen zur Bestimmung der Regressionskoeffizienten $b$ bei Vereinigung der 6 $FG$ für Wechselwirkung und der 286 $FG$ für Variabilität innerhalb der 15 Klassen ergeben sich aus der Zeile mit 292 $FG$ und lauten

$$\begin{aligned} 2016.837\, b_1' + 318.477\, b_2' &= 1443.503, \\ 318.477\, b_1' + 1600.912\, b_2' &= 5117.364. \end{aligned}$$

Die Regressionskoeffizienten sind

$$b_1' = 0.217807,\ b_2' = 3.153201.$$

Die Streuung um die Regressionsebene mit diesen Richtungskonstanten beträgt

$$\begin{aligned} &130858.183 - 0.217807 \times 1443 - 3.153201 \times 5117.364 \\ &= 130858.183 - 16450.483 = 114407.700. \end{aligned}$$

*Tabelle 36.* Vollständige Zerlegung der Summen von Quadraten und Produkten

| | | *FG* | *yy* | $yx_1$ | $yx_2$ | $x_1x_1$ | $x_1x_2$ | $x_2x_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Für Exposition: | Bodenvegetation allein | 1 | 16320.404 | —934.092 | 2268.410 | 53.462 | —129.831 | 315.292 |
| | * Exposition rein | 7 | 14632.401 | 147.729 | 759.408 | 57.841 | 36.679 | 138.746 |
| | Exposition und Bodenvegetation | 8 | 30952.805 | —786.363 | 3027.818 | 111.303 | —93.152 | 454.038 |
| Für Bodenvegetation: | Exposition allein | 7 | 22846.440 | — 93.552 | 1974.191 | 53.093 | — 3.103 | 317.091 |
| | * Bodenvegetation rein | 1 | 8106.365 | —692.811 | 1053.627 | 58.210 | —90.049 | 136.947 |
| | Exposition und Bodenvegetation | 8 | 30952.805 | —786.363 | 3027.818 | 111.303 | — 93.152 | 454.038 |
| | * Wechselwirkung | 6 | 4653.810 | — 81.671 | 1.027 | 58.227 | 23.378 | 34.344 |
| | Zwischen Klassen | 14 | 35606.615 | —868.034 | 3028.845 | 169.530 | — 69.774 | 488.382 |
| | * Innerhalb Klassen | 286 | 126204.373 | 1525.174 | 5116.337 | 1958.610 | 245.099 | 1566.568 |
| | Insgesamt | 300 | 161810.988 | 657.140 | 8145.182 | 2128.140 | 225.325 | 2054.950 |

*) Durch Subtraktion

*Tabelle 37.* Ausschaltung von $x_1$ und $x_2$ für Wechselwirkung

| | *FG* | *yy* | $yx_1$ | $yx_2$ | $x_1x_1$ | $x_1x_2$ | $x_2x_2$ | *FG* | Um Regression | *DQ* | *F* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wechselwirkung | 6 | 4653.810 | —81.671 | 1.027 | 58.227 | 23.378 | 34.344 | 6 | *5078.643 | 846.440 | 2.199* |
| Innerhalb Klassen | 286 | 126204.373 | 1525.174 | 5116.337 | 1958.610 | 295.099 | 1566.568 | 284 | 109329.057 | 384.961 | |
| Total | 292 | 130858.183 | 1443.503 | 5117.364 | 2016.837 | 318.477 | 1600.912 | 290 | 114407.700 | | |

*) Durch Subtraktion

*Tabelle 38.* Ausschaltung von $x_1$ und $x_2$ für Exposition

| | *FG* | *yy* | $yx_1$ | $yx_2$ | $x_1x_1$ | $x_1x_2$ | $x_2x_2$ | *FG* | Um Regression | *DQ* | *F* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Exposition | 7 | 14632.401 | 147.729 | 759.408 | 57.841 | 36.679 | 138.746 | 7 | *11118.770 | 1588.396 | 4.126*** |
| Innerhalb Klassen | 286 | 126204.373 | 1525.174 | 5116.337 | 1958.610 | 295.099 | 1566.568 | 284 | 109329.057 | 384.961 | |
| Total | 293 | 140836.774 | 1672.903 | 5875.745 | 2016.451 | 331.778 | 1705.314 | 291 | 120447.827 | | |

*) Durch Subtraktion

Dies hat 290 $FG$ und der Unterschied gegenüber der Reststreuung 109329.057 mit 284 $FG$ läßt die reine Wechselwirkung

$$114407.700 - 109329.057 \doteq 5078.643$$

nach Ausschaltung von Höhenlage und Lärchenanteil mit 6 $FG$ übrig. Das zugehörige Durchschnittsquadrat 846.440, verglichen mit dem Durchschnittsquadrat innerhalb der Klassen nach Ausschaltung von Höhenlage und Lärchenanteil, 384.961, ergibt ein $F = 2.199$, welches nunmehr leicht gesichert ist. Da die Wechselwirkung ohne Ausschaltung von $x_1$ und $x_2$ nicht gesichert war (Tabelle 28), resultiert aus der Ausschaltung eine Verschärfung des Tests für Wechselwirkung.

Ähnlich kann man den reinen Einfluß der Exposition und der Bodenvegetation nach Ausschaltung von $x_1$ und $x_2$ untersuchen. Für die Exposition geht das Ergebnis aus Tabelle 38 hervor. Die Regressionsgleichungen für die Summe der $FG$ von Exposition und Variabilität innerhalb der 15 Klassen sind

$$\begin{aligned} 2016.451\, b_1'' + \ 331.778\, b_2'' &= 1672.903 \\ 331.778\, b_1'' + 1705.314\, b_2'' &= 5875.745. \end{aligned}$$

Die zugehörigen Regressionskoeffizienten

$$b_1'' = 0.271400,\ b_2'' = 3.392748$$

und die $SQ$ der Abweichungen um diese Regression

$$\begin{aligned} &140836.774 - 0.271400 \times 1672.903 - 3.392748 \times 5875.745 \\ &\doteq 140836.774 - 20388.947 = 120447.827 \end{aligned}$$

mit $293 - 2 = 291$ $FG$.

Für die Bodenvegetation ergibt sich analog Tabelle 39 und die entsprechenden Regressionsgleichungen lauten

$$\begin{aligned} 2016.820\, b_1''' + \ 205.050\, b_2''' &= \ 832.363 \\ 205.050\, b_1''' + 1703.515\, b_2''' &= 6169.964 \end{aligned}$$

mit den $SP$ und $SQ$ für die Summe der $FG$ von Bodenvegetation rein und Variabilität innerhalb Klassen als Koeffizienten;

$$b_1''' = 0.045023,\ b_2''' = 3.616482$$

und $SQ$ der Abweichungen von der Regression

$$\begin{aligned} &134310.738 - 0.045023 \times 832.363 - 3.616482 \times 6169.964 \\ &= 134310.738 - 22351.042 = 111959.696 \end{aligned}$$

mit $287 - 2 = 285$ $FG$.

Vergleicht man die Ergebnisse dieser beiden Abhängigkeitszerlegungen mit denjenigen der Streuungszerlegung von Tabelle 28 ohne Ausschaltung von Höhenlage und Lärchenanteil, so zeigt sich, daß die Ausschaltung von $x_1$ und $x_2$ für die Wirkung der Exposition praktisch ohne Einfluß geblieben ist, indem die Unterschiede zwischen den Expositionen immer noch sehr stark gesichert bleiben. In bezug auf die Bodenvegetation bemerkt man, daß der Unterschied nach Ausschaltung von $x_1$ und $x_2$ bedeutend weniger stark gesichert ist. Es ist zu beachten, daß sich diese Ergebnisse kaum geändert haben dürften, wenn wir an Stelle von $x_1$ und $x_2$ nur den Lärchenanteil $x_2$ ausgeschaltet hätten.

Zusammenfassend hat die Analyse der vier Einflüsse Exposition, Bodenvegetation, Höhenlage und Lärchenanteil zu folgendem Ergebnis geführt: Der Einfluß des Lärchenanteils ist gesichert, indem bei Zunahme des Lärchenanteils um 1 unter 10 Bäumen der LW-Befall pro Stichprobe im Durchschnitt um 3.210 zunimmt. Hingegen hat die Höhenlage praktisch keinen Einfluß auf den LW-Befall, indem die Befallszunahme pro Höhenstufe von 50 m im Durchschnitt 0.295 beträgt, was nicht gesichert ist. Der reine Einfluß der Exposition bzw. der Bodenvegetation, nach Ausschaltung von Höhenlage und Lärchenanteil, ist sehr bzw. mäßig stark gesichert und es besteht ein Hinweis auf eine mögliche Wechselwirkung dieser beiden Faktoren, die aber nur schwach gesichert ist. Der Exposition und der Bodenvegetation kommt also unabhängig voneinander eine bedeutsame Rolle in der Zurückführung der Variabilität im LW-Befall auf ihre Ursache zu, auch der Lärchenanteil bildet, unabhängig von diesen beiden Faktoren, ein wichtiges Beobachtungselement, während, zum min-

*Tabelle 39.* Ausschaltung von $x_1$ und $x_2$ für Bodenvegetation

| | $FG$ | $yy$ | $yx_1$ | $yx_2$ | $x_1x_1$ | $x_1x_2$ | $x_2x_2$ | $FG$ | Um Regression | $UQ$ | $F$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bodenvegetation | 1 | 8106.365 | −692.811 | 1053.627 | 58.210 | −90.049 | 136.917 | 1 | *2630.639 | 2630.639 | 6.831* |
| Innerhalb Klassen | 286 | 126204.373 | 1525.174 | 5116.337 | 1938.610 | 295.099 | 1566.568 | 284 | 109329.057 | 384.961 | |
| Total | 287 | 134310.738 | 832.363 | 6169.964 | 2016.820 | 205.050 | 1703.515 | 285 | 111959.696 | | |

*) Durch Subtraktion

*Tabelle 40.* Korrigierte Schätzungen der Konstanten $m+a_1, \ldots, m+a_8$ nach Ausschaltung von $x_1$ u. $x_2$

| | $(m+a_i)_y$ | $-b_1(m+a_i)_{x_1}$ | $-b_2(m+a_i)_{x_2}$ | = | $m+a_i$ korrigiert | $a_i$ korrigiert | $m+a_i$ unkorrigiert | $a_i$ unkorrigiert |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *N* | 9.450761 | −2.041705 | −18.972169 | = | −11.563113 | − 3.797322 | 9.450761 | − 3.634086 |
| *NE* | 7.751268 | −1.707875 | −17.793108 | = | − 11.749715 | − 3.983924 | 7.751268 | − 5.333579 |
| *E* | 15.423394 | − 2.015883 | −17.244052 | = | − 3.836541 | + 3.929250 | 15.423394 | + 2.338847 |
| *SE* | 19.453680 | − 1.740595 | −20.884979 | = | − 3.171894 | + 4.593897 | 19.453680 | + 6.368833 |
| *S* | 24.250440 | − 1.902098 | −24.591754 | = | − 2.243412 | + 5.522379 | 24.250440 | +11.165593 |
| *SW* | −2.335761 | −1.837149 | −19.306408 | = | −23.479318 | −15.713527 | −2.335761 | −15.420608 |
| *W* | 23.158601 | −1.688059 | −17.257764 | = | 4.212778 | +11.978569 | 23.158601 | + 10.073754 |
| *NW* | 7.526390 | −1.643354 | −16 178147 | = | −10.295111 | − 2.529320 | 7.526390 | − 5.558457 |
| | | | | $8m$ = | −62.126326 | 0 | $8m$ = 104.678773 | 0 |

desten was die Interpretation der Beobachtungen im Oberengadin im Jahre 1951 betrifft, der Höhenlage der Lärchenbestände kaum ein in Betracht fallender Deutungswert zukommt.

Es ist von Interesse zu wissen, wie die Ausschaltung der Höhenlage und des Lärchenanteils die Schätzung der Konstanten $(m + a_i)_y$ und $b_y$ beeinflußt. Ähnlich wie man den Befall $y$ durch Subtraktion von

$$b_1 x_1 + b_2 x_2 = 0.295002\, x_1 + 3.210382\, x_2$$

für die Ausschaltung von $x_1$ und $x_2$ korrigiert, hat man $(m + a_i)_y$ bzw. $b_y/2 = (b_r)_y = -(b_w)_y$ durch Subtraktion von

$$b_1 (m + a_i)_{x_1} + b_2 (m + a_i)_{x_2} \text{ resp. } b_1 \frac{b_{x_1}}{2} + b_2 \frac{b_{x_2}}{2}$$

zu korrigieren. $b_1$ und $b_2$ sind hierbei die Regressionskoeffizienten für die Regression innerhalb der 15 Expositions-Bodenvegetations-Klassen. Z. B. erhält man für den korrigierten Wert von $-(b/2) = b_w = -b_r$

$$\begin{aligned} &5.854819 - 0.295002 \times (-0.500383) - 3.210382 \times 0.760983 \\ &= 5.854819 + 0.147614 - 2.443045 = 3.559388. \end{aligned}$$

Die korrigierten Werte von $(m + a_i)_y$ samt den $a_i$, derart daß $a_1 + \ldots + a_8 = 0$, findet man in Tabelle 40. Das zugehörige korrigierte $m$ ergibt sich zu $m = -7.765791$. Diesen Zahlen sind in der gleichen Tabelle die unkorrigierten Werte $(m + a_i)_y$ und die unkorrigierten $a_i$, derart daß wiederum $a_1 + \ldots + a_8 = 0$, zum Vergleich gegenübergestellt. Für die unkorrigierten Werte ist $m = 13.084847$.

Mit den korrigierten Werten von $m = -7.765791$, $a_i$, $b_w$ und $b_r$ und mit $b_1 = 0.295002$, $b_2 = 3.210382$ nimmt der allgemeine lineare Ansatz zur Schätzung der Einflüsse der 4 Faktoren die Form an:

$$Y = -7.765791 + a_i + b_v + 0.295002\, x_1 + 3.210382\, x_2$$

wo $i = 1, \ldots, 8$ für die 8 Expositionen, $b_v = 3.559388$ für Weiderasen und $= -3.559388$ für Rhodoretum, und wo $x_1$ und $x_2$ die Höhenlage und den Lärchenanteil bedeuten. In der Tat hat man, wenn man über alle 301 Werte summiert,

$$\begin{aligned} SY = {} & 301 \times (-7.765791) + 19 \times (-3.797322) + \ldots + 99 \times (-2.529320) \\ & + 175 \times 3.559388 + 126 \times (-3.559388) \\ & + 1764 \times 0.295002 + 175 \times 3.210382 \\ = {} & -2337.503091 + 236.330313 + 174.410012 + 520.385528 + 5621.378882 \\ = {} & 4215, \end{aligned}$$

wie dies sein soll.

Indem man $a_i$ und $b_v$ passend einsetzt, kann man die Schätzung des LW-Befalls für eine bestimmte Expositions-Bodenvegetations-Klasse bei gegebener Höhenlage $x_1$ und gegebenem Lärchenanteil $x_2$ ermitteln. Nimmt man z. B. Exposition $N$, Weiderasen, so bekommt man mit $x_1 = 6.500000$, $x_2 = 7.000000$ (vergl. Tabelle 25) für den geschätzten Befall

$$\begin{aligned} Y = {} & -7.765791 - 3.797322 + 3.559388 \\ & + 0.295002 \times 6.500000 + 3.210382 \times 7.000000 \\ = {} & 16.386 \end{aligned}$$

an Stelle des beobachteten 14.000.

Die Verwendung dieses Ansatzes ist dadurch gerechtfertigt, daß wir ihn schrittweise durch sukzessive Einbeziehung neuer Faktoren aufgebaut haben, wobei wir uns bei jedem Schritt über seine Erlaubtheit und Zweckmäßigkeit für die Interpretation der Ergebnisse Rechenschaft gaben. Der Ansatz ist vor allem darum gültig, weil es sich zeigte, daß wir die Wechselwirkung zwischen Exposition und Bodenvegetation vernachlässigen durften. Unter den Annahmen, die der Ansatz enthält, nämlich daß sich die Beobachtungen im wesentlichen durch eine lineare Verbindung geeigneter Schätzungen für die Exposition und die Bodenvegetation ohne Wechselwirkung, zusammen mit einer linearen Regression nach Höhenlage und Lärchenanteile, wiedergeben lassen, liefert die oben gegebene Formel die beste Schätzung. Es ist klar, daß man über die Struktur des Befalls in Abhängigkeit von einzelnen Faktoren nur im Rahmen einer Hypothese eine Aussage machen kann. Diese Hypothese gilt es am Beobachtungsmaterial zu prüfen, und der Vergleich hat ergeben, daß beim Stand der Kenntnisse, wie sie die Resultate der Erhebung über den LW-Befall im Oberengadin 1951 repräsentieren, die obige Beziehung die geeignetste ist. Das heißt nicht, daß beispielsweise eine Wechselwirkung zwischen Exposition und Bodenvegetation tatsächlich nicht vorhanden ist, wir können nur sagen, daß, wenn eine solche vorhanden sein sollte, wir sie auf Grund der zur Verfügung stehenden Beobachtungen nicht mit genügender Sicherheit erkennen können. Selbstverständlich kommt der Schätzungsformel auch keine absolute Bedeutung in dem Sinne zu, daß sie auch für die späteren Jahre gelten würde oder sich auf das Unterengadin übertragen ließe.

Man wird bei diesen Standortsfaktoren vielleicht etwas den Zusammenhang mit den Betrachtungen früherer Kapitel vermissen. Hierzu ist zu bemerken, daß man, hätte man konsequent sein wollen, die Untersuchung der Standortsfaktoren in jedem einzelnen Teilgebiet hätte durchführen müssen. Die Ergebnisse für die einzelnen Teilgebiete, mit den Stammzahlen passend gewichtet und zusammengenommen, hätten dann eine Schätzungsformel ergeben, die mit dem Stichprobenplan in engerer Beziehung gestanden hätte. Allerdings wären die Beobachtungen in den einzelnen Klassen innerhalb des Teilgebietes nicht genügend zahlreich gewesen, um die Bestimmung der Schätzungsformeln mit einiger Sicherheit zu erlauben.

Die quantitativ-statistische Analyse des Stichprobenmaterials kann dem Biologen wertvolle Anhaltspunkte über den Einfluß einzeln oder zusammen wirkender Umweltfaktoren auf die Insektenpopulationen liefern. Je klarer diese Umweltfaktoren gefaßt werden können, desto eher kann eine statistische Untersuchung sie auf ihre u n m i t t e l b a r e n Ursachen zurückführen. In unserem Falle liegen die Dinge allerdings so, daß die Einflüsse Lärchenanteil, Bodenvegetation, Exposition und andere mehr durchwegs sehr komplexer Natur sind. Wenn z. B. die statistische Analyse einen gesicherten Einfluß der Bodenvegetation auf die Größe der LW-Populationen ergibt, so ist die D e u t u n g dieses Ergebnisses noch nach verschiedenen Seiten möglich. Der Biologe muß versuchen, die wirksame Komponente dieses Einflußkomplexes herauszufinden. Ist es z. B. der direkte Einfluß der Beschaffenheit der Bodendecke als Verpuppungsmilieu oder ist es eher das anders geartete Wärmemilieu in den beiden gegenüber-

gestellten Bodenvegetationstypen, das zu einem gesicherten Befallsunterschied führt?

Mit diesen wenigen Hinweisen möchten wir die Grenzen der Anwendbarkeit auch moderner statistischer Methoden andeuten. Als Hilfsmittel in der Hand des Fachspezialisten fällt diesen statistischen Verfahren nichtsdestoweniger eine bedeutsame Rolle zu, sind sie doch geeignet, von der auf exaktes Messen und Zählen gegründeten quantitativen Beobachtung eine Brücke zu schlagen zu einer gelegentlich als Gegensatz dazu empfundenen ganzheitlichen Betrachtungsweise, die für das biologische Geschehen in erster Linie als angemessen erscheint.

## Zusammenfassung

Am Beispiel des Grauen Lärchenwicklers (*Eucosma griseana* Hb.) wird die Anwendung der neueren statistischen Methoden auf die Untersuchung von Insektenpopulationen gezeigt. Das Verfahren der Stichprobenerhebung erlaubt, einen Einblick in die Veränderung der LW-Befallsdichte sowohl in örtlicher Hinsicht über das ganze Engadin, als auch in zeitlicher Hinsicht während eines ganzen Massenwechsel-Zyklus zu erhalten. Der vorliegende Aufsatz befaßt sich mit einem Ausschnitt für das Jahr 1951 und für das Oberengadin. Es wird die Aufstellung eines Stichprobenplanes besprochen, der sowohl die Forderungen des Biologen nach einer möglichst vollständigen Erfassung der biotischen wie abiotischen Umweltfaktoren zu befriedigen sucht als auch vom organisatorischen Standpunkt aus zweckmäßig ist. Als günstigster Stichprobenplan ergab sich ein solcher mit Schichtung des Untersuchungsgebietes in 34 Teilgebiete, entsprechend den 11 Gemeinden des Oberengadins, den 2 Talseiten und 2 Höhengürteln. Die Stichprobenentnahme erfolgt in zwei Schritten: Beim ersten wird der ca. 500 Lärchen umfassende Stichprobeort innerhalb eines Teilgebietes zufällig festgelegt, beim zweiten werden diesem Stichprobeort eine konstante Anzahl Probebäume zufällig entnommen. Die Zuteilung der Stichprobeorte an die Teilgebiete geschieht proportional zu deren Stammzahl und proportional zur Variabilität des Befalls innerhalb der Teilgebiete, was im Laufe der Jahre eine Konzentration der Erhebung auf die Gebiete großen Befalls erlaubt.

Die Ergebnisse der Stichprobenerhebung werden diskutiert sowie die Verfahren der besten Schätzung des durchschnittlichen Befalls und des zugehörigen Stichprobenfehlers für die einzelnen Teilgebiete, die Gemeinden und das ganze Oberengadin angegeben. Der Einfluß der Schichtung nach Teilgebieten und der Zusammenfassung der Probebäume zu Stichproben auf die Genauigkeit der Schätzungen wird untersucht und anschließend daran der Stichprobenplan für das Jahr 1952 aufgestellt, der den Ergebnissen von 1951 zufolge eine möglichst gute Anpassung der Erhebung an die voraussichtlichen Befallsverhältnisse im Jahre 1952 gewährleistete.

Die Methoden zur Untersuchung des Einflusses ökologischer Faktoren auf den LW-Befall werden an der Exposition, der Bodenvegetation, der Höhenlage und dem Lärchenanteil erläutert. Die Abhängigkeit des LW-Befalls von den kontinuierlich variierenden Faktoren Höhenlage und Lärchenanteil wird durch das Verfahren der Regression erfaßt, während für die Erfassung der Abhängigkeit von den auf Klasseneinteilungen beru-

henden Faktoren Exposition und Bodenvegetation wegen der ungleichen Besetzung der Klassen mit Stichproben im vorliegenden Fall, wo eine Wechselwirkung zwischen Exposition und Bodenvegetation nicht vorhanden ist, das Verfahren des Konstanten-Schätzens am Platze ist. Die Abhängigkeit von allen vier Faktoren wird in einer beide Verfahren vereinigenden Abhängigkeitszerlegung untersucht.

## Literaturverzeichnis


Cochran, W. G., The use of the analysis of variance in enumeration by sampling. J. Amer. Stat. Ass. 34 (1939), 492.

Fisher, R. A., Statistical Methods for Research Workers. 11. Aufl. (Oliver & Boyd, Edinburgh und London 1950).

Linder, A., Statistische Methoden für Naturwissenschafter, Mediziner und Ingenieure. 2. Aufl. (Birkhäuser, Basel 1951).

Snedecor, W., Statistical Methods, applied to experiments in agriculture and biology. 4. Aufl. (The Iowa State College Press, Ames, Iowa, 1946).

Sukhatme, P. V., Sample Survey in Agriculture. Proc. 37th Ind. Sc. Congr. Poona, 1950. Pres. Address.

Yates, F., The analysis of multiple classifications with unequal numbers in the different classes. J. Amer. Stat. Ass. 29 (1934), 51.

— — Sampling Methods for Censuses and Surveys. (Charles Griffin, London 1949).

Yates, F. & Zacopanay, I., The estimation of the efficiency of sampling, with special reference to sampling for yield in cereal experiments. J. Agric. Sci., 25 (1935), 545—577.

*Aus dem Zoologischen Institut der Universität Erlangen*

# Eine neue zoophage Gallmücken-Art an Tannenläusen

Von

Edwin Möhn, Dauborn

*Mit 7 Abbildungen*

Bei den Untersuchungen des Massenwechsels der Tannenstammlaus *Adelges (Dreyfusia) piceae* (Ratz.) durch das European Laboratory des Commonwealth Institute of Biological Control wurde neben anderen räuberischen Insekten auch eine zoophage Gallmücken-Art festgestellt. Es handelt sich dabei um eine noch unbeschriebene Art der Gattung *Aphidoletes*, die ich nachfolgend beschreibe.

## *Aphidoletes thompsoni* n. sp.

♂. Länge ohne Fühler 1,6—1,7 mm. Fühler 2+12gliedrig, Länge der Fühler 2,0—2,1 mm. Unteres Basalglied (Scapus) 55—60 µ lang und 63—65 µ breit, oberes Basalglied (Pedicellus) 36—38 µ lang und 42—44 µ breit. Beim ♂ besteht jedes Fühlerglied aus 2 Knoten, einem unteren kugeligen Knoten und einem oberen länglich-gestreckten Knoten. Der untere Knoten des 1. Fühlergliedes sitzt dem oberen Basalglied direkt auf, zwischen beiden befindet sich kein Stiel. Der obere Knoten der Fühlerglieder ist kaum eingeschnürt, erst die oberen Knoten der letzten Fühlerglieder zeigen eine etwas stärkere Einschnürung in der Knotenmitte. Der obere Knoten des 12. Fühlergliedes besitzt an seinem Ende einen 22—24 µ langen Fortsatz. Obwohl zwischen beiden eine leichte Einschnürung besteht, muß der Fortsatz doch zum oberen Knoten des 12. Fühlergliedes gezählt werden, da zwischen beiden kein Stiel ausgebildet ist. Der untere Knoten des 1. Fühlergliedes besitzt eine Länge von 48 µ, während die unteren Knoten der übrigen Fühlerglieder eine ziemlich konstante Länge von 32—36 µ zeigen. Nur die unteren Knoten des 8.—12. Fühlergliedes zeigen eine schwache Verkürzung, alle 32—33 µ lang. Die oberen Knoten der ersten 10 Fühlerglieder besitzen eine Länge von 52—55 µ. Der obere Knoten des 11. Fühlergliedes ist 58 µ, der obere Knoten des 12. Fühlergliedes (ohne Fortsatz) dagegen bereits 64 µ lang. Die Stiele zwischen dem unteren und oberen Knoten desselben Fühlergliedes nehmen nach der Fühlerspitze allmählich an Länge zu. Stiellänge bei den drei ersten Fühlergliedern 32—36 µ, bei den Fühlergliedern 4—9 zwischen 36 µ und 45 µ, beim 10. Fühlerglied 49 µ, beim 11. Fühlerglied 53 µ und beim 12. Fühlerglied 55 µ. Die Stiele zwischen dem oberen Knoten des vorhergehenden und dem unteren Knoten des nach oben folgenden Gliedes nehmen ebenfalls an Länge zu, aber in viel geringerem Umfange. Stiellänge 1—6 alle 60—62 µ, Stiellänge 7—11 alle 67—68 µ. Alle Stiele ohne Microtrichen, nur an den oberen Knoten treten einzelne Microtrichen auf eine kleine Stelle der Stiele über. Trotzdem sind

die Stiele als frei von Microtrichen zu bezeichnen. Die unteren Knoten besitzen eine Breite von 38—42 µ, die unteren Knoten des 10. und 11. Fühlergliedes sind nur noch 36 µ, und der untere Knoten des 12. Fühlergliedes nur noch 30 µ breit. Die oberen Knoten besitzen eine Breite von 30—34 µ, die oberen Knoten der 5 letzten Fühlerglieder sind dagegen nur noch 24—27 µ breit.

Der untere Knoten der einzelnen Fühlerglieder besitzt einen Borstenwirtel und einen Schleifenwirtel. Borsten verschieden lang, Länge schwankt zwischen 90 µ und 260 µ. Die Schleifen des Schleifenwirtels sind verschieden lang. 2 Schleifen sind sehr stark in die Länge gezogen, 240—260 µ lang und stehen fast rechtwinklig vom Knoten ab. Rechtwinklig mit ihnen stehen auch die längsten Borsten (260 µ lang) des Knotens ab. Die benachbarten Schleifen sind die kleinsten Schleifen des Wirtels. Sie besitzen nur eine Länge von 20—22 µ. Die folgenden Schleifen werden allmählich länger und erreichen zum Schluß eine Länge von 46—48 µ.

Schleifenmessungen des Schleifenwirtels des unteren Knoten des 5. Fühlergliedes (nur eine Hälfte): 260 µ — 21 µ — 25 µ — 33 µ — 48 µ.

Am 12. Fühlerglied erreichen einzelne Schleifen eine Länge von 50—60 µ.

Der obere Knoten der einzelnen Fühlerglieder besitzt 2 Borstenwirtel und 2 Schleifenwirtel. Der untere Borstenwirtel liegt zwischen den beiden Schleifenwirtel und besitzt hyaline, stark gekrümmte, 45—55 µ lange Borsten. Der obere Borstenwirtel liegt in Höhe des oberen Schleifenwirtels und besitzt gerade, 80—90 µ lange Borsten.

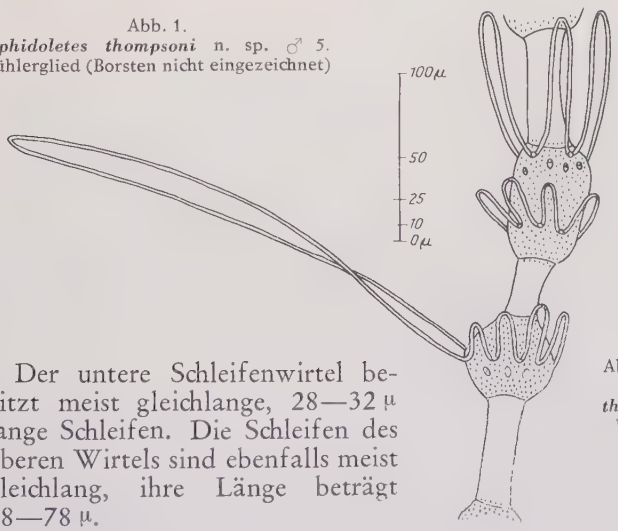



Abb. 1.
*Aphidoletes thompsoni* n. sp. ♂ 5. Fühlerglied (Borsten nicht eingezeichnet)

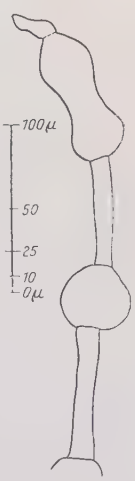



Abb. 2 (rechts).
*Aphidoletes thompsoni* n. sp. 12. Fühlerglied

Der untere Schleifenwirtel besitzt meist gleichlange, 28—32 µ lange Schleifen. Die Schleifen des oberen Wirtels sind ebenfalls meist gleichlang, ihre Länge beträgt 68—78 µ.

Untere und obere Knoten sind mit dicht stehenden Microtrichen bedeckt.

Taster 1+4gliedrig. Basalglied (Palpifer) 1½mal so lang wie das 1. Tasterglied. 2. Tasterglied fast doppelt so lang wie das 1. Tasterglied. 3. Tasterglied 1⅓mal so lang wie das 2. Tasterglied. 4. Tasterglied doppelt so lang wie das 2. Tasterglied.

Längenmessungen der Tasterglieder:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Basalglied | 36—38 µ | 3. Tasterglied | 54—60 µ |
| 1. Tasterglied | 23—25 µ | 4. Tasterglied | 85—100 µ |
| 2. Tasterglied | 46—48 µ | | |

Alle Tasterglieder mit Microtrichen und vereinzelt stehenden 24—36 µ langen Borsten.

Thoraxseiten dunkel honigfarben. Vordere Hälfte der Thoraxoberseite glänzend dunkelbraun. Scutellum und Halteren honigfarben.

Flügel: Radius mit leichter Biegung etwas hinter der Flügelspitze mündend. Die untere Zinke (cu 2) des Cubitus steht dem Hinterrand des Flügels fast senkrecht auf.

Abdomen dunkel honigfarben. Basalglied des Hypopygiums ziemlich schlank, mit isoliert stehenden Microtrichen bedeckt. Die Borsten des Basalgliedes erreichen eine Länge von 50—53 µ. Klauenglied schlank, an der Basis auf einer Strecke von 18—22 µ mit einzeln stehenden Microtrichen bedeckt. Sonst ist das Klauenglied, bis auf eine feine Längsstreifung, glatt. Borsten des Klauengliedes 4—5 µ lang.

Die obere Lamelle ist durch einen tiefen, schmalen, 43—45 µ langen Einschnitt in 2 breite, abgerundete Lappen geteilt. Obere Lamelle mit Microtrichen und mit 14—16 µ langen Borsten am Rande des Einschnittes. Mittlere Lamelle länger als die obere Lamelle. Einschnitt (25—27 µ tief) breiter als bei der oberen Lamelle und an der Basis abgerundet. Lappen der mittleren Lamelle ebenfalls abgerundet. Mittlere Lamelle mit etwas längeren Microtrichen und 12—15 µ langen Borsten am Rande des Einschnittes. Nach der Basis zu verschmälert sich die mittlere Lamelle etwas. Der normal gestaltete Penis überragt die mittlere Lamelle und besitzt eine Länge von 110—115 µ.

Tarsenkrallen sämtlich gezähnt. Empodium (25 µ lang) etwas länger als die Tarsenkrallen. Die beiden Pulvillen (6—7 µ lang) reichen genau bis zur Ansatzstelle des Krallenzahnes. Krallenzähne stark gekrümmt.

♀. Länge ohne Fühler 1,8—1,9 mm. Fühler 2+12gliedrig, Länge der Fühler 1,1—1,2 mm. Die beiden Basalglieder so lang wie breit. Fühlerglieder länglich, ohne deutliche Einschnürung. Das 12. Fühlerglied mit 15 µ langem Fortsatz. Während alle Fühlerglieder eine gemeinsame Breite von 17—19 µ besitzen, nimmt die Länge der Fühlerglieder nach der Fühlerspitze zu stark ab.

Längenmessungen der Fühlerglieder:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 : 92 µ | 2 : 84 µ | 3 : 72 µ | 4 : 72 µ | 5 : 72 µ | 6 : 72 µ |
| 7 : 67 µ | 8 : 62 µ | 9 : 62 µ | 10 : 62 µ | 11 : 60 µ | 12 : 60 µ |

Die Stielbreite beträgt einheitlich 12—14 µ, zwischen dem 2. Basalglied und dem 1. Fühlerglied ist kein Stiel ausgebildet. Stiele ohne Microtrichen. Die Stiellänge nimmt ebenfalls nach der Fühlerspitze zu kontinuierlich ab.

Längenmessungen der Stiele:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 : 33 µ | 2 : 24 µ | 3 : 24 µ | 4 : 24 µ | 5 : 20 µ | 6 : 14 µ |
| 7 : 12 µ | 8 : 9 µ | 9 : 7 µ | 10 : 7 µ | 11 : 7 µ | |

Jedes Fühlerglied besitzt 2 Borstenwirtel, zwischen den Borstenwirtel stehen noch einzelne Borsten. Die Länge der Borsten schwankt zwischen 48 µ und 75 µ. Schleifenwirtel netzförmig und dicht anliegend. Nur am oberen Ende der Fühlerglieder heben sich die Wirtel bisweilen etwas ab. Fühlerglieder mit dicht stehenden Microtrichen bedeckt.

Taster 1+4gliedrig. Längenverhältnisse der Tasterglieder ähnlich ♂.

Färbung wie ♂, Farbtöne nur etwas heller.

Längenverhältnis der oberen Lamellen zur unteren Lamelle = 3 : 1.

Obere Lamelle 56—60 µ lang, mit einzeln stehenden Borsten und in Querreihen angeordneten Microtrichen. Untere Lamelle 16—20 µ lang, ebenfalls mit Microtrichen.

Tarsenkrallen alle gezähnt. Tarsenkrallen etwas kürzer als Empodium. Die beiden Pulvillen reichen bis zur Ansatzstelle des Tarsenkrallenzahnes.

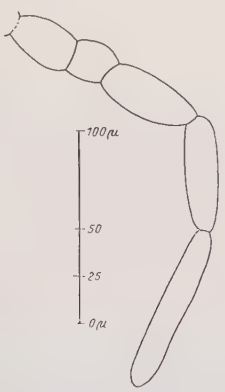



Abb. 3.
*Aphidoletes thompsoni* n. sp.
♂ Taster

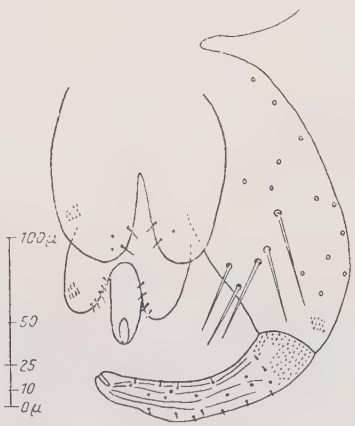



Abb. 4.
*Aphidoletes thompsoni* n. sp.
♂ Hypopygium dorsal

L a r v e (letztes Stadium):

Larve schwach orangefarben, 2,3—2,4 mm lang. Dorsalseite glatt. Kopf- und Collarpapillen ohne Borste. 2. Fühlerglied 18—20 µ lang und 3—4 µ breit. Die 6 Dorsalpapillen der Thorakalsegmente mit 4—5 µ, die der Abdominalsegmente mit 6—8 µ langer Borste. Die 2 Dorsalpapillen des 8. Abdominalsegmentes mit 6—8 µ langer Borste. Die 2 Pleuralpapillen mit 3—4 µ langer Borste, nur die 2 Pleuralpapillen des 8. Abdominalsegmentes mit 7—8 µ langer Borste. Stigmenzahl normal, Stigmen des 8. Abdominalsegmentes auf Höckern liegend. Analsegment dorsal glatt, mit Spitzen in der oberen Segmenthälfte und in der Segmentmitte. Die 8 Terminalpapillen mit 4—5 µ langen, stumpfen Borsten. Borstenbreite an der Basis 3—4 µ.

Ventralseite glatt. Brustgräte mit abgerundeten Lappen und abgerundetem Einschnitt.

Brustgrätenmessungen: 1 : 134 µ 2 : 11—12 µ 3 : 16 µ 4 : 27—28 µ

Lateralpapillen in normaler Zahl und Lage, beborstete Lateralpapillen mit 1 µ langer Borste. Sternalpapillen ohne Borste. Die innere Pleural-

papillen ebenfalls ohne Borste. Selten findet man einzelne innere Pleuralpapillen des Metathorax mit einem 1—2 μ langen rundlichen, etwas borstenähnlichen Gebilde. Ventral mit 20—22 Querreihen stumpfer Dörnchen. 8. Abdominalsegment mit nur 12—14 Dörnchen-Querreihen. Hinter den Dörnchen-Querreihen verlaufen noch 4—5 feine Querstreifen. Die 4 vorderen Ventralpapillen ohne Borste, sie liegen auf Hügeln hinter den Dörnchen-Querreihen. Von den 5 Hügeln trägt der mittlere Hügel 2, die benachbarten Hügel je eine vordere Ventralpapille. Die beiden äußeren Hügel (seitlich je einer) tragen keine Papillen. Die 2 hinteren Ventralpapillen mit 6—7 μ langer Borste. Die 4 Ventralpapillen des 8. Abdominalsegmentes ohne Borste. Analsegment ventral glatt. Um Anus 3—4 Dörnchen-Längsreihen, oberhalb Anus 28—30 Dörnchen-Querreihen. Die 6 Analpapillen ohne Borste. Je eine Analpapille beiderseits des Anus, die anderen 4 Analpapillen seitlich unterhalb des Anus.

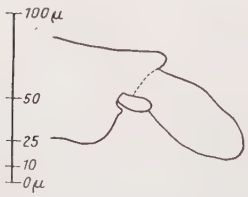



Abb. 5.
*Aphidoletes thompsoni* n. sp.
♀ Lamellen

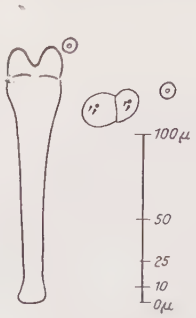



Abb. 6a.
*Aphidoletes thompsoni* n. sp.
Brustgräte mit Papillen

Abb. 6b.
*Aphidoletes abietis* (Kieffer)
Brustgräte mit Papillen

Ei: schwach orangefarben, normale längliche Form. Ei-Länge 230—240 μ, Breite 90—95 μ.

Lebensweise: Die zoophagen Larven ernähren sich von *Adelges (Dreyfusia) piceae* (Ratz.) und *Adelges (Dreyfusia) nüsslini* (C. B.), von *A. nüsslini* wenn Stammbefall vorliegt. Die Larven besitzen Sprungvermögen. Die erwachsenen Larven schnellen sich vom Baum ab und verpuppen sich in einem Kokon in der Erde. Pro Jahr um 4—5 Generationen. Die Larven einer bisher noch nicht bestimmten *Lestodiplosis*-Art leben zoophag an den Larven von *Aphidoletes thompsoni* n. sp.

Parasiten: *Aphagnomus compressus* (Ratz.) (det. Ch. Ferrière).

Untersuchtes Material:

♂, ♀, Larven: Laimbach (bei München) an *A. piceae*
♂, ♀, Larven: Spöck (bei Rosenheim) an *A. piceae*
♂, ♀: Feldmeilen (Schweiz) an *A. piceae*
Larven: Erlangen an *A. nüsslini*

Typus: ♂ Nr. 93-T, Fundort Laimbach 31. 7. 1951

Paratypoide: 2 ♀ Nr. 93, Fundort Laimbach 31. 7. 1951. Typus und Paratypoide befinden sich in meiner Sammlung.

Ich benenne die Art zu Ehren von Herrn Dr. W. R. THOMPSON, Direktor des Commonwealth Institute of Biological Control.

Im Larvenstadium unterscheidet sich *A. thompsoni* n. sp. von *A. abietis* (Kieffer) besonders in folgenden Merkmalen. Während bei *A. abietis* die 8 Terminalpapillen 10—11 μ lange und normal breite (2 μ) Borsten besitzen, sind bei *A. thompsoni* n. sp. die Borsten der 8 Terminalpapillen nur 4—5 μ lang und 3—4 μ breit. Durch diese starke Verbreiterung besitzen die Borsten fast kegelförmiges Aussehen, während bei *A. abietis* die Borsten normale Borstenform besitzen.

Der Brustgräteneinschnitt ist bei *A. abietis* wesentlich breiter. *A. abietis* 3 : 24 μ und *A. thompsoni* n. sp. 3 : 16 μ.

*A. abietis* ist die etwas größere Art. Ihre Larven erreichen eine Länge von 2,8—3,0 mm, während die Larven von *A. thompsoni* n. sp. nur

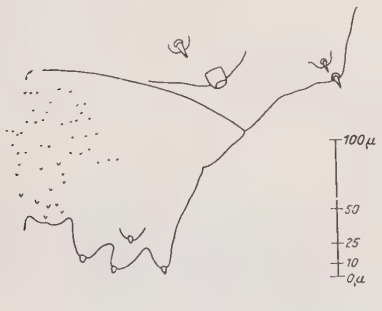



Abb. 7a.
*Aphidoletes thompsoni* n. sp.
Analsegment dorsal

Abb. 7b.
*Aphidoletes abietis* (Kieffer)
Analsegment dorsal

2,3—2,4 mm lang werden. Die Larven von *A. abietis* leben in den Gallen von *Chermes abietis*. Die Verpuppung erfolgt ebenfalls im Boden.

Ein Vergleich der Imagines konnte bisher noch nicht erfolgen, da sich in meiner Sammlung nur Larven von *A. abietis* befinden und KIEFFER'sche Typen nicht existieren.

Ich habe bei den Diagnosen stets die genauen Messungsergebnisse (in μ) eines Individuums angegeben, obwohl die Messungen bei den einzelnen Individuen natürlich etwas schwanken. Trotz dieser Einschränkung glaube ich, daß exakte Messungen bei den Diagnosen unumgänglich sein werden.

Bei den Taster-Angaben habe ich das Basalglied (Palpifer), wie bei den Basalgliedern der Fühler ja schon stets üblich, durch das + Zeichen von den Tastergliedern getrennt. Dadurch soll erreicht werden, daß der Palpifer mitgezählt wird. Aus sehr vielen Angaben früherer Autoren kann man nämlich nicht ersehen, ob der Palpifer als Tasterglied mitgezählt worden ist oder nicht. Die Angaben über Tasterglied-Längen schwanken naturgemäß sehr, da man die Tasterglieder fast stets in Verkürzung sieht. Zur genauen Tasteruntersuchung ist möglichst der Kopf des Tieres abzutrennen und leicht zu quetschen, da man auf diese Weise den Palpifer sicher feststellen kann und dann auch die Tasterglieder in ihrer wirklichen Länge zu sehen sind.

Für die Möglichkeit das Material des European Laboratory, Commonwealth Institute of Biological Control (Direktor Prof. L. P. MESNIL) zu untersuchen, danke ich dem damaligen Leiter der German Substation, Herrn

Dr. J. Franz. Außerdem bin ich den Herren Dr. Rühm (Material Laimbach), Dr. Schick (Material Feldmeilen), Dr. Schmutterer (Material Erlangen) und besonders Herrn Wichmann (Material Spöck) für das gesammelte Untersuchungsmaterial zu Dank verpflichtet.

## Literaturverzeichnis

Barnes, H. F. 1929, Gall midges (Dipt., Cecidomyidae) as enemies of aphids. — Bull. Ent. Res. **20**, 433—442.

Felt, E. P. 1918, A study of Gall midges, VI. — Bull N. Y. St. Mus. **202**, 76—205.

Franz, J. 1954, Zum Vorkommen und Massenwechsel der Tannenstammlaus, *Adelges (Dreyfusia) piceae* (Ratz) in Nordamerika und Europa. — Verh. Deutsch. Ges. angew. Ent. (1952), 117—124.

Kieffer, J. J. 1896, Observations sur les Diplosis et diagnose de cinq espèces nouvelles. — Bull. Soc. Ent. France **65**, 382—384.

— — 1904, Nouvelles Cécidomyies xylophiles. — Ann. Soc. Sci. Bruxelles **28**, 367—410.

— — 1913, Diptera, Fam. Cecidomyidae in: Genera Insectorum, fasc. **152**.

Möhn, E. 1954—55, Beiträge zur Systematik der Larven der Itonididae (=Cecidomyiidae, Diptera). 1. Teil: Porricondylinae und Itonidinae Mitteleuropas. — Zoologica Heft 105, Lief. 1—3. Im Druck.

# Personalien

## Prof. Dr. Fritz Stellwaag

(zu seiner Ernennung zum Ehrenmitglied
der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie)

Einer der Mitbegründer und tatkräftigsten Förderer der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie, Prof. Dr. Fritz Stellwaag, schied am 30. Juni d. J. aus dem aktiven Dienst als Leiter des Instituts für Pflanzenkrankheiten der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim a. Rh. aus. Aus diesem Anlaß und in Würdigung seiner Verdienste um die Gesellschaft und das von ihr vertretene Fachgebiet, wurde auf der diesjährigen Mitgliederversammlung zu Berlin einstimmig beschlossen ihn zum Ehrenmitglied der Gesellschaft zu ernennen. Sein Name ist nicht nur für die Fachwelt des In- und Auslandes, sondern auch für weite Kreise der Praxis aufs engste mit grundlegenden Forschungen zur Lebensweise und Bekämpfung unserer wichtigsten Wein- und Obstbauschädlinge verbunden.

Als Sohn eines Industriellen am 14. Juni 1886 in Schwabach bei Nürnberg geboren, (in einer Umwelt und Landschaft, die den heiteren, weltoffenen Grundzug seines Wesens prägte), studierte er nach Absolvierung seiner humanistischen Reifeprüfung in Erlangen und München Naturwissenschaften, unter besonderer Berücksichtigung der biologischen Disziplinen. 1909 promovierte er an der naturwissenschaftlichen Fakultät zu Erlangen. Als Assistent des Erlanger zoologischen Instituts habilitierte er sich dort 1913 für Zoologie. Dissertation und Habilitationsschriften behandelten entomologische Fragen. Während des ersten Weltkrieges stand er von 1914—1917 im Dienste der Wehrmacht. Anschließend wurde er als Nachfolger Schwangarts Leiter der Zoologischen Abteilung der Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau in Neustadt a. d. H. 1922 erfolgte hier seine Ernennung zum Professor. 1935 endlich übernahm er die Leitung des Instituts für Pflanzenkrankheiten der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim a. Rh., die er bis zu seinem Ausscheiden aus dem aktiven Dienst 1954 innehatte.

Stellwaags Wirken ist ungewöhnlich vielseitig gewesen. Sowohl in seiner ausgedehnten Lehr-, Vortrags- und Beratungstätigkeit, als auch in seinem literarischen Schaffen kommt dies zum Ausdruck. Schon frühzeitig wurde durch K. Escherich, mit dem ihn seit 1913 enge freundschaftliche Beziehungen verbanden, sein Interesse für Fragen der angewandten Entomologie geweckt, für die er hinfort stets einen offenen Blick hatte und denen er seine ganze Lebensarbeit widmete. Daß diese in erster Linie den Wein- und Obstbauschädlingen galt, brachte Stellwaags jahrzehntelange Tätigkeit in Neustadt und Geisenheim mit sich.

Er war es, der zum erstenmal im Weinbau den Schädlingskampf mit chemischen Mitteln aufnahm, der später in fast allen Weinbaugebieten der Welt Schule machte. Mit ihm löste er wirksam das Problem der Bekämpfung der Traubenwickler in der Pfalz, die in den Jahren nach dem 1. Weltkrieg den Weinbau dort wirtschaftlich zu ruinieren drohten.

Die von ihm damals mit Flury (Würzburg) ausgearbeiteten Verfahren zur Prüfung chemischer Kampfstoffe, die der Weinbauverband 1925 übernahm und beibehielt, waren Wegbereiter der heutigen amtlichen Pflanzenschutzmittelprüfungen, die jetzt einen ganzen Stab von Fachleuten — Chemiker, Biologen und Praktiker — beschäftigen.

Auch der hygienischen Seite der chemischen Schädlingsbekämpfung schenkte Stellwaag frühzeitig Beachtung. Die ersten grundlegenden Versuche, die anfänglich im Weinbau benutzten hochgiftigen Arsen-Präparate durch andere, für Mensch und Warmblüter harmlosere zu ersetzen, gehen ebenfalls auf ihn zurück.

Dabei hat Stellwaag den chemischen Kampf im Weinbau — ähnlich wie Escherich im Forstschutz — stets nur als Notlösung angesehen: die Auswertung biologischer Faktoren zur Niederhaltung von Schädlingen, war auch für ihn das Ziel, dem er zustrebte. Ihm dienten seine ökologischen Studien, seine Untersuchungen über Nützlinge, sein bekanntes zusammenfassendes Werk über die Schmarotzerwespen, seine späten Arbeiten über die Rolle der Bodenfauna und seine Forderung an die Praxis, die großen Monokulturen durch Zwischenpflanzungen aufzulockern.

Unter seinen und seiner Schüler Forschungsarbeiten, die Traubenwickler, Reblaus- und Reblausbekämpfung, Obstmade, Baumweißling, Blutlaus, Pflaumensägewespe, Pflaumenbohrer, Kirschfruchtfliege und — als Beitrag zur Bekämpfung mit biologischen Mitteln — die Blutlauszehrwespe umfaßten, haben besonders Stellwaags eigene über Traubenwickler und Reblaus nachhaltige Wirkungen nicht nur in der Praxis erzielt, sondern wesentlich zur Klärung grundlegender Fragen des allgemeinen Massenwechsels der Insekten und seiner Abhängigkeit von klimatischen und biologischen Faktoren beigetragen. Im Falle der Traubenwickler lieferten sie auch die Unterlagen für den systematischen Aufbau eines Prognose- und Warndienstes, dessen allgemeine Einführung im Weinbaugebiet der Pfalz (und später anderwärts) ihre Bekämpfung äußerst wirksam gestaltete. Mit dieser Organisation, die ganz auf Stellwaags Arbeiten fußte, war erstmals ein planmäßiger Warndienst im Kampf gegen tierische Pflanzenfeinde geschaffen worden.

Dieser unmittelbar der Praxis gewidmete Teil der Stellwaag'schen Arbeiten fand seine Krönung in der Organisation und Leitung von Groß-

kampfaktionen gegen Wein- und Obstbauschädlinge, die ihm während seiner Neustadter Tätigkeit wiederholt übertragen wurden: so gegen Traubenwickler und Baumweißling, gegen Pflaumensägewespe und Pflaumenbohrer. Allein bei dem Großkampf gegen letzteren sind 1934 erstmals in Deutschland über 1½ Mill. Obstbäume in der Pfalz einheitlich erfaßt worden.

Unter den Forschungsarbeiten der Geisenheimer Zeit sind bemerkenswert Stellwaags Untersuchungen über die physikalisch-chemische Beschaffenheit des Insektendarmsaftes (als Grundlage für die Aktivierung von Fraßgiften), über kutikuläre Exkretion und Giftaufnahme durch pflanzliche Zellen, über Einwirkung chemischer Kampfstoffe auf Bienen, sinnesphysiologische Studien über Sexualduftstoffe von Insekten, solche zur Entwicklung eines wirksamen und wirtschaftlich tragbaren Reblausbekämpfungsverfahrens (die in Gemeinschaft mit Dienststellen der Biolog. Bundesanstalt zur Aufstellung allgemeiner Richtlinien führten), über phytopathologische Probleme — wie Biologie der Moniliapilze und Sorten-Resistenzprüfungen an unseren wichtigsten Obstarten, grundlegende Arbeiten über die Reisigkrankheiten der Reben, Mangelkrankheiten, systematische Studien von Blattverfärbungen zur Rebenkrankheitsdiagnose, endlich solche über Einsatzmöglichkeiten von Antibiotica zur Bekämpfung pilzlicher Pflanzenkrankheiten.

Unter den zehn selbständigen Werken und über 100 wissenschaftlichen Veröffentlichungen aus Stellwaag's Feder ist sein Handbuch der Weinbauinsekten (1926) eine einmalige wissenschaftliche Leistung, die seinem Namen in Fachkreisen Weltgeltung verschaffte. Von seinen für die Praxis geschriebenen Schriften hat eine die Riesenauflage von 50 000 Stück erreicht. Daß Stellwaag (mit Escherich) 1925 Begründer und langjähriger Herausgeber des „Anzeigers für Schädlingskunde" (und zweier weiterer Zeitschriften) wurde, hat ihn zu einem Wegbereiter unseres Fachgebietes werden lassen, der den Gedanken der Schädlingsbekämpfung erfolgreich in weite Kreise trug.

Die hohe Wertschätzung, deren sich Stellwaag's fachliche Arbeit im Bereich der Praxis und Wissenschaft gleicherweise erfreute, fand ihren Ausdruck in zahlreichen Ehrungen des In- und Auslandes, die ihm während seines Wirkens in Neustadt und Geisenheim zuteil wurden: Von 1917—1945 gehörte er dem Vorstand der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie als Schriftführer an, 1927 wurde er korrespondierendes Mitglied des Naturhistorischen Museums in Triest, 1928 Ehrenmitglied der amerikanischen Association of Economic Entomologists, 1930 Mitglied der Pfälzischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, 1935 Mitglied der Kaiserl. Leopoldinischen Akademie der Wissenschaften, 1950 Mitglied der italienischen Academia della Vite e del Vino in Siena; 1954 endlich wurde ihm für besondere Verdienste das Verdienstkreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik verliehen. — Zwölfer, München

# Referate

**„Bayer“**, Pflanzenschutz-Compendium. 222 S., 77 Farbtafeln. Aus der „Pflanzenschutz-Abteilung“ der Bayer AG., Leverkusen 1954.

Mit der Herausgabe des Compendiums hat sich die Pflanzenschutz-Abteilung der Bayerwerke um die Sache des praktischen Pflanzenschutzes ein unbestreitbares Verdienst erworben: Auf 77 gut gelungenen Farbtafeln sind die wichtigsten Insektenschädlinge und pilzlichen Krankheitserreger unserer landwirtschaftlichen und gärtnerischen Nutzpflanzen in ihren typischen Erscheinungsformen, Schad- und Fraßbildern so dargestellt, daß auch der mit der Materie wenig Vertraute sich zurechtfindet und eine Schadensursache in der Regel zuverlässig wird bestimmen können. Der jeder Tafel beigefügte Text bringt in gedrängter Kürze (doch allgemein verständlicher Form) das Wichtigste über Schadbild, Ursachen, wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung der einzelnen Schädlinge bzw. Krankheitserreger. Daß bei den Bekämpfungsmaßnahmen, soweit sie chemischer Natur sind, ausschließlich in der Praxis bewährte BAYER-Präparate empfohlen werden, mag dem amtlichen Fachvertreter, dem von Fall zu Fall auch andere wirksame Bekämpfungsmittel bekannt sind, allzu einseitig und als Mangel erscheinen. Er hängt mit dem Gedanken dieses „Compendiums“ zusammen, zugleich Werbeschrift eines Industrieunternehmens zu sein. Was darin der Praxis an fachlicher Aufklärung geboten wird, geht jedoch weit über das Maß des sonst in Werbeschriften üblichen hinaus. Es läßt auch den Fachvertreter den „Mangel“ in Kauf nehmen und rechtfertigt den vorliegenden Hinweis auf das Werk. — Z.

**Weber, H.**, Grundriß der Insektenkunde. Dritte überarbeitete Auflage, 428 S., 220 Abb. G. Fischer Verlag, Stuttgart 1954. Preis geb. DM 26,50.

Die rasche Folge, in der auf die 1949 herausgekommene 2. Auflage des WEBERschen Grundrisses nunmehr die dritte erschien, ist nicht nur das bestehende Bedürfnis nach einem solchen Werk über die Grundlagen der Insektenkunde zurückzuführen. Sie beweist zugleich die Gediegenheit des WEBERschen Buches, das in gedrängter Kürze alles Wissenswerte darüber vorbildlich zusammenfaßt. Die Erweiterung, die schon die letzte Auflage erfuhr, ist erfreulicherweise auch in der neuen beibehalten. Einige Kapitel sind völlig neu geschrieben, andere stark umgearbeitet oder durch neue Forschungsergebnisse ergänzt worden. So ist das Werk eine ausgezeichnete Einführung in das Gebiet für Studierende. Den Fachzoologen und den Vertreter der angewandten Entomologie unterrichtet es im Bedarfsfall zuverlässig über den neuesten Stand der Forschung und über das Schrifttum in dieser oder jenen Frage der allgemeinen Insektenkunde. In drucktechnischer Hinsicht ist das Buch (im Gegensatz zur 2. Auflage) wieder auf voller Höhe. — Z.

**Brauns, A.**, Terricole Dipterenlarven. 179 S., 96 Abb. und 6 Tafeln. „Musterschmidt“ - Wiss. Verlag - Göttingen, Frankfurt, Berlin 1954. Preis geb. DM 14,—.

Die Bedeutung bodenbiologischer Forschungen für die Beurteilung der Ertragsfähigkeit unserer Böden und ihres Einflusses auf den allgemeinen Gesundheitszustand unserer Kultur- und Nutzpflanzen findet in Kreisen der Wissenschaft und Praxis mehr und mehr Beachtung. Die Anzeichen mehren sich, daß im Massenwechsel der Schadinsekten — zum mindesten der sogenannten Sekundärschädlinge — der bodenbiologische Zustand der Wirtspflanzen eine entscheidende Rolle spielen kann. Hemmschuh für solche Forschungen sind gegenwärtig immer noch die mangelnde Kenntnis der ungeheueren Formenfülle der Kleinlebewelt unserer Böden, unter der zahlreiche Dipterenarten eine hervorragende Rolle bei den Humifizierungsvorgängen spielen. Daß der Verfasser in jahrelanger, mühsamer Kleinarbeit für die terricolen Dipterenlarven ein Schlüsselwerk geschaffen hat, ist daher eine Pioniertat, die vollste Anerkennung verdient. Inhaltlich gliedert es sich in einen Bestimmungsschlüssel der in Waldböden lebenden häufigsten Dipterenlarven, nebst Hinweisen zur Larvenökologie der einzelnen Familien, sowie in einen boden-

biologischen Teil, der Untersuchungsgebiete und -methoden, Bodenprofile, den Boden als Lebensraum von Dipterenlarven und deren besondere Anpassungen an ihn, Aktivitätsperioden und Bevölkerungsdichte, sowie bodenbiologische Bedeutung der Dipterenlarven würdigt. Eine Einführung in die Larvenmorphologie und ein Schriftenverzeichnis beschließen den Band. Instruktive Abbildungen und Tafeln (darunter drei gute Farbtafeln) erleichtern ungemein den Gebrauch des Werkes als Bestimmungsbuch, das in jede bodenzoologische Handbücherei gehört. Es verdient dankbar angemerkt zu werden, daß die Deutsche Forschungsgemeinschaft durch erhebliche Druckkostenzuschüsse sein Erscheinen zu einem ungewöhnlich niederen Preis ermöglichte, was im Interesse einer Förderung künftiger bodenzoologischer Forschungen sehr zu begrüßen ist. — Z.

**Jacobs, W.,** Schmetterlinge und Raupen I und II (Schreiber Kleine Atlanten Nr. 1 und 2). Teil I mit 12 Farbtafeln und 24 S., Teil II mit 13 Farbtafeln und 36 S. J. F. Schreiber Verlag, München 27. Preis geb. je DM 2,50.

Die beiden Hefte bringen in vergleichsweise guten, farbigen Darstellungen eine reiche Auswahl von Faltern und teilweise auch von Raupen aus insgesamt 31 Familien der sogenannten Großschmetterlinge, die auch dem Nichtfachmann ein Bestimmen der behandelten Arten möglich machen. Der Text aus der Feder von Prof. Jacobs gibt kurz zusammengefaßt und nach Arten gesondert alles Wissenswerte über Verbreitung, Erscheinungszeit, Aussehen und Fraßpflanzen der Raupen, Verpuppungsart und -ort, sowie Hinweise auf schädliche Arten (die etwas eingehender hätten berücksichtigt werden können). Die beiden Hefte wenden sich an breiteste Kreise und eignen sich gut als Ergänzung zum biologischen Unterricht an Volks- und Mittelschulen und als erste Einführung in das Gebiet für naturkundlich interessierte Laien. — Z.

**Gäbler, H.,** Prof. Dr., Die Prozessionsspinner. (Die neue Brehm-Bücherei, H. 137.) 38. S., 40 Abb. A. Ziemens-Verlag, Wittenberg 1954. Preis geb. DM 1,50.

Auf Grund eigener Beobachtungen anläßlich der letzten Massenvermehrung des Kie-Prozessionsspinners in Ostdeutschland und der im Schrifttum niedergelegten Erfahrungen anderer Autoren gibt das Heft eine kurze Übersicht über systematische Stellung, Lebensweise und Bekämpfung der drei mitteleuropäischen Prozessionsspinnerarten, sowie Untersuchungsergebnisse über Brennhaare und Verhalten. Während der letzten Kalamität des Kie-Prozessionsspinners im Kreis Hoyerswerda waren 1947 1000 ha, 1949 1500 ha heimgesucht. 20- bis 70jährige, lichtgestellte Reviere auf geringen Bonitäten wurden bevorzugt. Stärkere Fraßschäden traten wegen Überliegens der Puppen nur alle zwei Jahre auf. Zu großen, zusammenhängenden Kahlfraßflächen ist es nicht gekommen. Zur Bekämpfung bewährten sich Berührungsgiftringe auf DDT-Basis, die in 25—30 cm Breite rings um die Stämme gespritzt wurden. Sie verhinderten das Auf- und Abbaumen der Raupen. — Z.

**Jordan, R.,** Kleine Bienenkunde. 2. Aufl., 163 S., 202 Abb. Georg Fromme-Verlag, München 1954. Preis brosch. DM 7,50.

Mit der vorliegenden Schrift hat Jordan, der Leiter der Lehr- und Versuchsanstalt für Bienenkunde in Wien, das deutschsprachige bienenkundliche Schrifttum um ein wertvolles Werk bereichert. Fast jeder seiner Abschnitte zeugt von gründlichen Studien und langjährigen, praktischen Erfahrungen im Umgang mit Bienen. So sind hier nicht nur die in der Fachliteratur niedergelegten neueren Einsichten und Forschungsergebnisse zur Anatomie und Lebensweise der Honigbiene berücksichtigt. Überall kommen Wissen und Erkenntnisse, sowie die Lehrerfahrung des Verfassers zum Ausdruck. Im übrigen will die Schrift keine praktischen Anweisungen zur Bienenhaltung geben, sondern lediglich die grundlegenden Kenntnisse dazu in leicht faßlicher, gedrängter Form vermitteln. Das ist dem Verfasser gut gelungen. Hervorzuheben sind die z. T. ausgezeichneten, auf Originalzeichnungen, Lichtbildern und Mikroaufnahmen beruhenden Abbildungen des Buches. Viele derselben eignen sich hervorragend als Anschauungsmaterial für den naturkundlichen Unterricht. Durch sie verdient die Schrift, die sich nicht nur an die imkerliche Praxis wendet, auch das volle Interesse der Fachbiologen. Die Abschnitte über Fluglochbeobachtung, über das „Fächeln", über Mitbewohner, Bienenschädlinge und Krankheiten enthalten z. T. ganz neue und für die Praktiker sehr beachtliche Hinweise. — Z.

# Autorenregister


A

Abbott 12, 18
Acatay 219
Altum 209, 214, 215
Alvarado 23, 30, 37, 57, 60
Ambros 185, 189, 191, 198, 207, 215
Andersen 127, 129, 138, 152
Anonym 397
Auer 241, 423

B

Bachmann 225, 226, 228—231
Baer 161, 163, 175, 176
Baer u. Escherich 176
Baker 304, 305, 315
Balachowsky 82
Balachowsky et Mesnil 377, 380
Balch 84,107
Barnes 468
Bates 60
Bayer 472
Beal 60
Beal u. Massey 37, 60
Beall 46
Becker 20, 21, 22, 29, 53, 60, 182—184
Bedard 39, 54, 60
Behrndt 189, 194, 196, 198, 201, 210, 211, 214, 215
Beier 57, 60
Benik 176
Berland 218, 224, 421
Berland et Millot 412, 421
Berwig 210
Betten 144
Blackmann 27, 38
Blackwall 421
Blackwelder 178, 182—184
Blandford 21, 22, 25, 40, 60
Blattny 128, 152
Bliss 287, 302
Blunck 146, 216, 316, 327, 332, 382, 397
Boas 156, 158, 163, 169, 174, 176
Boese 316, 318, 332
Böving u. Champlain 53, 60
Bombosch 397
Bonausea 60
Bonnemaison 369, 370, 372, 376—378, 380
Borchers 397
Borchsenius 82
Börner 369, 378, 380
Bösenberg 411, 421
Bovien u. Stapel 146, 152
Bovey 1
Boyes 95
Boyes u. Wilkes 95, 107
Brandt 146, 152
Brauns 472
Brohmer 118, 152
Brown 19
Bruel, van den 128, 152
Brumpt u. Neven-Lemaire 368
Burgdörfer 397
Burks 56
Büsgen 358, 359, 362

C

Callens 152,
Calwer 118, 128, 152
Cambridge 409, 414, 415, 421
Cantzler 216
Carpenter 152
Carruth 152
Caullery 323, 332
Chamberlin 37, 60
Champion 54, 178, 184
Chech 156
Chorbadzhiev 128, 152
Cochran 461
Collinge 146, 152
Corporaal 53, 54, 60
Craighead 54, 60, 182, 184
Cramer 164, 173, 176
Cusig 185, 209, 216
Czerny 86, 107

D

Dahl 421
Dauberschmitt 397
De Leon 38, 39, 54—56, 60
Delucchi 84, 102, 105, 107
Denis 410, 411, 421
Dietz 60
Doane 60, 182, 184
Doflein 332
Dolles 209, 214, 216
Domenichini 116
Donnadieu 304, 315
Dosse 304, 315
Duskova 230, 231

E

Ebeling 82
Eckstein 209, 216, 381, 391, 397
Eggers 156, 174, 176
Eichler 232—234
Eidmann 185, 191, 197, 199, 210, 215, 216
Emmel 397
Enser 301, 302
Evenden 40
Evenden, Bedard, Struble 60
Escherich 118, 128, 152, 161, 170, 175, 176, 178, 184, 185, 216, 220, 224, 470, 471

F

Faber 397
Fahringer 219
Fall, Cockerell 21
Fassi 173, 176
Faure 316, 318, 337
Felt 118, 128, 153, 156, 176, 468
Fenjves 369, 380
Ferdinandsen u. Rostrup 153
Fevriere 218
Fischer 82
Fisher 461
Fitting 291, 302
Fluiter, de 377, 380
Flury 470
Forel 185, 210, 216
Fowler 153
Frank 397
Franz, J. 84, 107, 468
Franz, H. 363, 366
Frickhinger 82
Friederichs 185, 210, 216
Fryer 153
Fulmek 146, 153, 164

G

Gäbler 473
Geijskes 304—308, 315
Geinitz 362
George u. Beal 60
Georgi 235
Gerhardt-Kästner 421
Gerneck 229, 231, 394, 397
Gersdorf 381, 393, 397
Gilette u. Bragg 369, 380

Gontarski 362
Gorham 153
Görtz 158, 170, 176
Gößwald 185, 191, 192, 210, 216, 358
Graff 368
Gram 153
Green 62, 82
Grimigham 82
Groschke 397
Gruhl 185, 191, 209, 216
Günthardt 397

H

Hadorn 82
Häflinger 397
Hagedorn 21, 27, 35, 60
Harderberg 178
Hardy 210
Hase 397
Hayek 54, 55
Heinze u. Profft 369, 380
Hemberger 190, 216
Hennert 209, 216
Hennecke 397
Hennig 56, 95, 107
Hesmer 176
Hessler 128, 146, 153
Hodson u. Beaumont 124, 153
Hoffmeyer 224
Hölldobler 216
Homann 415, 421
Hopkins 21, 23, 25, 26, 35—38, 60, 178, 184, 233, 234
Hopping 46, 60
Horber, E. 397
Horber, H. 397
Hukkinen u. Vappula 128, 153

I

Itzerott 381, 382, 398

J

Jackson 120—122, 153
Jacobs 473
Jancke 233, 234, 398
Janisch 185, 210, 216
Jary u. Austin 153
Johnston 21, 61
Jong, de 379, 380
Jordan 473
Jucht 199, 216

K

Kaelin 241, 423
Kahlfeld u. Wahrlich 10, 19
Kaiser u. Küthe 398
Kaltenbach 153, 380
Keen 21, 27, 38, 61
Kern 1, 19, 398
Kerp 118, 126, 137, 147, 153
Keyserling 417, 421
Kieffer 468
Kirchner 153
Klapperich 136
Kleine 163, 177
Klinkowski u. Leius 369, 380
Kluyver 8, 16
Kollar 135, 153
Kotte 124, 127, 135, 146, 147, 153
Kraemer 41, 61
Krainsky 153
Krausse 210, 216, 229—231
Krczal 181, 182
Kröber 163
Küthe 381, 384, 393, 398
Kudo 323—325, 332
Kyber 369

L

Lattin, de 185, 210, 216
Leib 398
Lengerken, v. 398
Leonhardt 358, 359, 362
Leveille 61
Lindauer 108
Linder 15, 19
Lindinger 63, 82, 229, 231
Lindner 258, 461
Linné 117
Lucas 421
Ludwigs u. Schmidt 123, 128, 146, 153
Lüdicke 285, 286, 302
Lutz 198, 216

M

Macdougall 128, 153
Madel 115
Malnus 398
Marshal 62, 63, 82, 97, 106, 107
Marshal u. Foex 153
Marr 285, 299, 301, 302
Massee 124, 146, 153, 154
Mattes 323, 333
Mayer 189, 216, 398
Mello-, Leitao 415—418, 421
Mendheim 232—234
Mesnil 322
Meunier 398
Middeldorpf 209, 216
Miles 128, 135, 154
Möhn 462, 468
Moericke 369, 380
Mol, de 334, 336, 357
Mordvilko 269, 378, 380
Morgenthaler 324, 325
Muesebeck u. Krombein, Townes 61
Müller, F. P. 369, 372, 375, 380

N

Neu 398
Newstead 82
Niedenfuhr 143, 146
Noll 384
Nördlinger 154
Novitzky 218

O

Ökland 186, 216
Oekland 358, 359, 362
Ormerod 124, 154
Ossiannilsson 82
Oudemans 304—308, 310, 315

P

Paillot 316, 318, 325, 327
Parfent, Ev. 154
Payne 322, 333
Perry 22, 29, 31, 35, 38, 39, 57, 61
Petrunkevitch 421
Piccarolo 173, 176
Plinginsky 154
Ploch 185, 217
Poisson 377, 380
Postner 156
Prax 146
Prell 217
Pritchard 3
Pschorn-Walcher 84
Pzrygoddar 398

R

Rademacher 398
Ratzeburg 102, 107, 154, 177, 201, 209 217
Reh 128, 154
Reichenow 325, 329, 332
Reitter 118, 128, 154
Reuter 61
Reyne 64, 67, 70, 71, 80, 82
Ritsema Bos 126, 154
Roewer 421
Romeis 6, 19
Ronde 363
Roon, v. 217
Rothschild 233
Rump 398
Rupertsberger 118, 154
Rust 61
Rymer Reberts 135, 154

S

Sabouraud 4, 10
Sachtleben 56, 61
Sailer 57
Sapper 21
Savescu 81, 82
Sayed 304, 306, 308, 315

Scharner 398
Scharrer 332, 334
Schaeffer, Fulton 2, 19
Schärffenber 398
Scheerpeltz 55, 61
Schedl 21, 25, 36
Scheid 232, 234
Schenkling-Prévot 177
Scherney 225
Scheidter 157—159, 163, 169, 170, 175
Schimitschek 219, 224, 363, 364, 366
Schlottke 159, 176
Schlüter 217
Schmidberger 146, 154
Schmidt, G. 418, 422
Schmidt, H. 217
Schmidt, M. 128, 154
Schmutterer 62, 71, 75, 76, 82, 230, 231
Schneider, F. 398
Schneider-Orelli 12, 19, 398
Schönberg 185, 209, 217
Schoeves 305, 315
Schopfer 4, 19
Schoyen 154
Schrader 177
Schrötter 398
Schuch 399
Schulz-Wirschkowitz 191, 209, 215, 217
Schumacher-Haronska 399
Schumann 284, 303
Schupke 217
Schwabe 217
Schwangart 113, 369
Schwerdtfeger 38, 40, 41, 61, 157, 165, 170, 174, 176, 178, 182, 184, 196, 199, 202, 207, 217, 399
Seidlitz 118, 154
Sellke 177
Seitner 224
Sharp 54, 61
Silvestri 82
Simon 410, 411, 415, 416, 418, 422
Simpson 61
Skinner, Emmons, Tsuchiya 10, 19
Smreczynski 134, 154
Snedecor 461
Sorauer 115
Sproßmann 399
Stäger 191, 210, 217
Stähli 399
Steinhaus 164, 175, 177, 325, 332, 333
Steinhaus u. Hughes 332, 333
Stellwaag 469, 470, 471
Stempell 325, 333
Stobwasser u. Welte 399
Stokes u. Woodward 8, 19
Strand 415, 422
Struble 61
Stumper 210, 217
Subklew 398
Sukhatme 265, 461
Sulc 62—65, 68, 72, 82
Suter 71, 82
Swaine 61

T

Templin 170, 177
Terrell 39
Thalenhorst 399
Thatcher 21, 22, 25, 36, 37, 61
Theobald 124, 127, 135, 154
Thielemann 399
Thiem 62, 71, 82, 83, 147, 154, 229, 231, 284, 285, 286, 293, 298, 299, 301, 303, 381, 395, 399
Thienemann 367
Trädgardh 84, 107
Trawen 177
Tullgren 154

U

Unterstenhöfer 146, 155
Uvarov u. Glanzunov 155

V

Vilcot 124, 145, 146, 155
Vité 177
Vivani 173, 177
Vogel 382, 395, 399
Vollmann 117, 155
Voss 178, 184

W

Wahl u. Müller 155
Waldhauer 370, 371, 376, 380
Warmbrunn 399
Wasmann 185, 217
Weber, H. 155, 472
Weber, G. 381
Weidner 115
Wellenstein 185, 186, 189, 197—217, 358, 359, 362
Welsch 62, 83
Welte 399
Wenzel 55
Weyer 368
Wichmann 217
Wiesmann 146, 155, 388, 399
Wiesmann, Gasser u. Grob 399
Wiesmann u. Gasser 399
Wikén 1, 19
Wikén, Wille 1, 3, 8, 15, 16, 19
Wildbolz 1
Wille 1, 19
Wille, Wildbolz 1, 8, 15, 19
Wille, Martignoni 1, 19
Wilson 62, 80, 83, 107
Woroniecka 123, 155
Wulffen, v. 217
Wünn 83

Y

Yates 265, 461
Yates, Zacopanay 461

Z

Zacher 236—238
Zahardnik 225, 230, 231
Zander 323—326, 333, 361, 362
Zimmerle 177
Zimmermann 393, 399
Zirngiebl 128, 155
Zoebelein 358, 362
Zwölfer 110, 114, 210, 326, 333, 361, 362, 471

# Sachregister


A

*Acanthoctenidae* 406
*Acanthoctenos spinipes* Keys. 408, 409, 416, 418
*Acarus orchidarium* Parfitt 304, 305
*Adelges* 84, 96
— *abietis* 467
— *nüsslini* C. B. 466
— *piceae* Ratz. 462, 466
— *thompsoni* 467
*Agelenidae* 406
*Aglossa didimiata* 232
*Akis spinosa* 232
*Amaurobiidae* 403
*Amblymerus corfusus* Ashm. 56
*Amphimallus solstitialis* L. 19
*Amycus* C. L. Koch 414
*Anagraphis* 418
*Anilastus ebninus* Grav. 318
*Anisolabis annulipes* 232
*Anopheles* 368
*Anyphaena* sp. 408
*Anyphaenidae* 403
*Aporia crataegi* L. 318, 320, 329, 330, 332
*Apantheles glomeratus* L. 318—320, 322, 324, 327, 328, 329, 330, 332
— *rubecula* Marsh. 318
*Aphanogenus compressus* Ratz. 102, 466
*Aphidecta obliterata* L. 84, 103
*Aphidoletes thompsoni* Moehn 84, 104, 462, 466
*Aphis dianthis* Schrank. 378
— spec. 190
*Aphodius distinctus* 232
*Aphormia gularis* 232
*Apis mellifica* L. 329
*Araneus crucifer* Luc. 408, 411
— *trispinosus* Keys. 408, 417
*Araneidae* 404
*Arctiidae* 198
*Atanycolus denigrator* 163
*Avicularia* sp. 408, 417
*Aviculariidae* 402

B

*Bacillus brevis* 19
*Billaea irrorata* 163
*Blatta orientalis* 232
— *germanica* 232
*Bolyphantes* sp. 408, 416
*Brachycentrus brachycentrus* 163
*Braconidae* 163
*Bracon multiarticulatus* 163
*Breda milvina* C. Koch 408, 415
*Brevipalpus Donnadieu* 305
— spec. 304—306
*Buchneria pectinatae* 359

C

*Caira altiventer* Cambr. 409, 418
— *granadensis* 418
*Calyciforus inaequalis* 184
*Calyptratae* 95
*Carabidae* 197
*Carcinarachne* Brocki sp. n. 408, 416
*Cetonia* 197
*Cecidostiba* sp. 56
*Chalcididae* 163
*Chalcidoidea* 102, 116
*Chamaemyiidae* 84, 95, 96, 105, 106
*Cheimatobia brumata* L. 318
*Chironomus* 365
*Chrysopa ventralis* Curt. 84
*Clubionidae* 407
*Clubiona* spec. 408, 413
*Cnemodon latitarsis* Egg. 84
*Coccinellidae* 197
*Coelopidae* 95
*Conotrachelus* sp. 182
*Coptoformica exsecta var. pressilabris* 359—361
*Corinna* spec. 408
*Corythalia dimidiata* Sim. 408, 409, 417, 418
*Cossonus spec.* 182, 183
*Cremifania nigrocellulata* Czerny 84, 85, 87, 92, 94—107
*Ctenidae* 406
*Ctenocephalides canis* 252
*Ctenopsis stellata* sp. n. 409, 419, 420
*Ctenopsyllus segnis* 232
*Cucculia lactucae* 186
*Curculonidae* 178
*Cupiennius* sp. 408—421
*Cyrthophora citricola* Forsk. 408, 411

D

*Daphnia obtusa* 322
*Dendroctonus sp. 20—58, 183*
*Dendryphantes* sp. 407—410
*Dermapteren* 237
*Dermestes* sp. 232
*Dibrachys carvus* Walck. 318, 329
*Dicranura vinula* 200
*Dictynidae* 404
*Dictyna flavescens* Walk. 408, 411
*Dionaea nitidula* 163
*Diprion pini* 215
*Doralis fabae* Scop. 377

*Dreyfusia nüsslini* C. B. 466
— *piceae* Ratz. 84, 85, 95, 102—107, 462, 466
*Drosophila melanogaster* 287—290
*Dryomyzidae* 95
*Dyscinetus gagates* 232
*Dysdera crocota* C. Koch 408, 411
*Dysderidae* 403

E

*Echemoides* sp. 408, 409, 418, 420
*Echthrus* sp. 163
*Embia argentina* 232
*Enoclerus sphegeus* F. 53, 54, 59
— *lecontei* 54
*Entodon chalylaeus* 163
*Ephestia kühniella* Zeller 322
*Ephialtes* sp. 163
*Epurea linearis* Makl. 55
*Eucosma griseana* Hb. 241, 244, 253, 254, 263, 423, 460
*Eulecanium* sp. 62—82

F

*Formica* sp. 185, 187, 188, 192, 194, 198, 202, 358—362, 424

G

*Gelis transfuga* Först. 318, 319, 329
*Geotrupes stercorosus* 232
*Gephyra viridipallida* sp. n. 408, 412
*Gibberosum* sp. n. 408
*Glischrochilus vittatus* Say. 55
*Gnaphosidae* 403
*Gnorimoschema operculella* Zeller 332

H

*Habrocytus tenuicornis* 163
*Haplaspis nanus* Grav. 318—323, 326
*Hasarius Adansoni* Sav. 407, 410
*Hemiptera* 84
*Hemiteles* sp. 318, 321, 322, 329
*Heteropoda venatoria* L. 400, 408, 412, 413, 416, 420, 421
*Hymenoptera* 163
*Hymenolepis diminuta* 232
*Hypaeus benignus* Peckh. 408, 414, 416

I

*Ichneumonidae* 163
*Ips interstitialis* Eichh. 56
— *clondcrofti* Swaine 56

J

*Jacobia* Brauni sp. n. 408, 410

L

*Lachnus pichtae* Mordw. 359
*Lamia* sp. 202
*Lampetia* Equestris F. 334, 335, 356
*Laricobius erichsoni* Rosenh. 103
*Lasiocampa quercus* 200
*Lecanium hemicryphum* 359
*Leptocryptus brevis* Thoms. 318, 329
*Leptura* sp. 202
*Leucopis griseola* Fall. 84, 87, 92, 94, 96, 102, 104, 106, 107
*Leucopomyia obscura* Hal. 84, 87, 92, 94—96, 102—104, 106, 107
*Linyphia* sp. 404, 408, 417, 420
*Liparidae* 198
*Lithosia deplana* 196
*Lycornia triangulifera* 163
*Lycosa erythrognatha* Luc. 409, 420
*Lycosidae* 406
*Lyctocoris stalii* Reuter 56, 59
*Lygistopterus coeruleus* Gorham 55
*Lygocerus piceae* Ratz. 102, 103, 106
*Lymantria dispar* L. 318

M

*Mamestra brassicae* 200
*Masicera silvatica* 163
*Mecynometa quadrituberculata* Keys. 408, 416
*Medetera aldrichii* Wheeler 55, 59
*Megastigmus* sp. 218—221, 224
*Meligethes aeneus* 143
*Melolontha melolontha* 1, 13, 15, 16, 17, 18, 201, 383
— *vulgaris* F. 1, 19
*Mesochernes gracilis* Beier 57
*Metagonia bicornis* Keys. 409, 420
*Microbracon hebetor* Say. 322
*Microphantes rurestris* 408, 411
*Micryphantidae* 404
*Molops* sp. 202
*Monosporella 175*
*Myrmarachne* sp. 409, 420
*Myzodes persicae* Sulz. 369—372, 376—379

N

*Nematus* sp. 215
*Niptus hololeucus* 232
*Nosema* sp. 318, 322—326, 329— 332
*Nosopsyllus fasciatus* 232
*Nymphalidae* 198

O

*Oecobiidae* 403
*Oecobius* sp. 408, 410, 412
*Oligolinus gracilentus* 55
*Oligolinus becheri* Scheerp. 55
— *varians* Sharp. 55
*Olios* sp. 408, 409, 417, 420
*Orchopeas wickhami 232*
*Orthopteren* 237
*Otitidae* 95
*Oxyopes* spec. 408, 411
*Oxyopidae* 406

P

*Pachyceras* sp. 56, 59
*Pachyneuron ferrierei* Del. 102, 106
— *cremifaniae* Del. 102, 106

*Palpimanidae* 403
*Panolis piniperda* 189
*Paracheliter pugifer* Beier 57
*Pediculus humanus* 233
*Pediculoides ventricosus* 181
*Pelatachina tibialis* 163
*Perezia* 316
*Periplaneta americana 232*
*Philodromidae* 405
*Philodromus* sp. 407—410
*Pholcidae* 403
*Pholcus phalangioides* Fuess. 407—410
*Phoneutria* sp. 409, 417, 418, 419, 421
*Phyllobius* sp. 117—153, 200
*Physokermes piceae* Schrk. 359
*Phytoptipalpidae* 305
*Pieris brassicae* 206, 316—323, 326, 327 bis 330, 332
— *rapae* L. 316, 318, 329
*Pimpla aeternans* Grav. 163
*Pisauridae* 406
*Pissodes guatemaltecus* 178, 182
*Plistophora ehrenbaumi* E. Rchw. 325
— *californica* 332
— *schubergi* Zwölfer 326
*Proctotrupoidea* 102, 106
*Pronophea natalica* Sim. 408
*Protodermapteren* 236
*Psamopoeus* sp. 408, 409, 417
*Pseudoleptidae Oudemans* 305
*Psilochorus minimus* sp. n. 408, 416
*Ptinus fur* L. 320
*Pulex irritans 232, 233*
*Pulicidae* 233
*Pullus impexus* Muls. 84, 103

Q

*Quadraspidiotus* sp. 22, 228—230, 284

R

*Rhopalocherus beckeri* Beier 57
*Rhopalomycus ascalonicus* Donc. 375

S

*Salticidae* 407
*Saperda* sp. 156, 165, 173
*Sarascelis luteipes* Sim. 408, 412
*Sarcophaga albiceps* 163
*Scotopheus Mauckneri* sp. n. 408, 410
— *varius* Sim. 408, 410
*Selenopidae* 405
*Selenops* sp. 400, 408, 409, 413, 414, 416, 418
*Semasia diniania* Gn. 241, 256, 423
*Siloca* sp. 409, 419
*Sitona lineata* 120—123, 127, 129, 138, 152
*Sparassidae* 405
*Spermophora* sp. 408, 409, 414, 418
*Spilosoma menthostri* 208
*Steatoda* sp. 408, 410, 416
*Stegobium paniceum* 232
*Synaema trimaculosum* sp. n. 408, 416
*Syrphidae* 196
*Syrphus arcuatus* Fall. 84, 104

T

*Tachinen* 163
*Tegenaria domestica* Cl. 408, 409, 415, 418
*Temnochila* sp. 54
*Tenebrio* sp. 232
*Tenebroides* sp. 54
*Tenuipalpus* sp. 304—306, 308, 311—315,
*Tetrahychidae* 237
*Tetrastichus rapo* Walck. 318, 327—330, 332
*Teutana grossa* C. Koch 407, 410
— *nobilis* Th. 407, 409, 421
*Thanasimus dubius* F. 54
*Thelohahia* sp. 316, 322, 327, 329, 332
*Theridiidae* 405
*Theridium* sp. 144, 405, 408, 410
*Thomisidae* 405
*Thoridium acutiventer* Keys. 408, 416
*Thoridiumpseudo* 408
*Thysiotorus brevis* Thoms. 318, 326, 329
*Tibellus seriepunctatus* Sim. 408, 411, 412, 420
*Tinea granella* 232
— *pellionella* 232
*Titanoeca luteipes* Keys. 409, 418, 419
*Tomolips* sp. 183
*Torania nigriventris* Sim. 408, 412, 421
*Torymus quercinus* 163
*Tribolium* sp. 232
*Trichadenidae oudemans* 305
*Trichogramma evanescens* Westw. 318
*Trypetides* 95
*Tungidae* 233

U

*Ulidiidae* 95
*Uloborus* sp. 408, 410, 412
*Ulosonia parvicornis* 232

V

*Vanessa antiopa* 188
— *jo* 196, 211
— *urticae* 196, 211

Y

*Xenesthis* sp. 408, 416
*Xenopsylla cheopis* 232
*Xylophorus lancifer* 163

Z

*Zelotes* sp. 409, 420
*Zoropsidae* 406
*Zoropsis rufipes* Luc. 407, 409, 421

# Literatur zur HCH- und Diën-Gruppe

Von Prof. Dr. R. RIEMSCHNEIDER

Chemisches Institut der Freien Universität Berlin

Liste III: 128 Seiten, kartoniert DM 25,—

Liste V: 56 Seiten, kartoniert DM 9,60

Diese Schriften enthalten das von dem Verfasser bis 31. Dezember 1951 registrierte Literaturmaterial über die Insektizide der HCH- und Diën-Gruppe. Die über 4000 Titel mit Angaben von Referenten sowie von Arbeitsschwerpunkten und behandelten Insektizid-Gruppen bedeuten für Wissenschaft und Praxis eine wichtige international zu wertende Unterstützung in ihrer vielseitigen Arbeit. Der größte Teil der Literaturangaben trägt einen Hinweis, ob der Schwerpunkt der Arbeit auf chemischem, physikalischem oder biologischem Gebiet zu suchen ist.

*"Die beiden Listen sind ein unbedingt wichtiges und ausgezeichnetes Hilfsmittel für alle, die sich forschend oder praktisch gründlich mit der modernen Insektenbekämpfung beschäftigen wollen."*

Desinfektion und Gesundheitswesen.

---

# Phytopathologische Zeitschrift

Begründet 1930 von Prof. Dr. E. Schaffnit

Herausgegeben von

Prof. Dr. G. GASSNER, Braunschweig. Prof. Dr. E. GÄUMANN, Zürich,
Prof. Dr. M. KLINKOWSKI, Aschersleben

Die "Phytopathologische Zeitschrift" erschien erstmalig im Jahre 1930. Sie wurde begründet aus dem Bedürfnis der phytopathologischen Wissenschaft, ein internationales Sammelorgan der wichtigsten Arbeiten auf diesem Gebiete zu schaffen. Die Zeitschrift hat ihre Beliebtheit und ihre große Verbreitung dadurch gewonnen, daß sie die für Wissenschaft und Praxis gleichermaßen wichtigen Fragen der Phytopathologie in klarer, rein wissenschaftlicher Form behandelt, wobei die Erfordernisse der Praxis nicht aus dem Auge gelassen werden. Neben Erkrankungen der Pflanzen durch Pilze und Bakterien werden Stoffwechselkrankheiten, Schädigungen durch Witterungs- und andere organische Ursachen, Viruskrankheiten sowie auch epidemiologische Fragen und Antibiotika behandelt. Die Veröffentlichungen erscheinen in deutscher, englischer, französischer oder italienischer Sprache.

Erscheinungsweise: Jährlich etwa 8 Hefte in zwangloser Folge, 4 Hefte bilden einen Band, jedes Heft umfaßt etwa 8 Druckbogen. Bezugspreis: je Druckbogen (16 Seiten) etwa DM 3,—. Die Hefte werden einzeln berechnet.

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN UND HAMBURG